

TILASTOLLISTEN
MENETELMIEN
HYÖDYNTÄMINEN
KEMPPI OY:N
TUOTANNOSSA

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotantopainoittainen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Jarkko Tuhkanen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TUHKANEN, JARKKO: Tilastollisten menetelmien hyödyntäminen
Kemppi Oy:n tuotannossa

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö, 45 sivua, 11 liitesivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsittelee tilastollisten menetelmien hyödyntämistä Kemppi Oy:n tuotannossa. Työn tavoitteena oli käyttöönotto loppukoestuksen tiedonkeruujärjestelmälle nimeltä eCoach. Kerättyjen tietojen käsittelyssä ja analysoinnissa eCoach hyödyntää tunnettuja tilastollisia SPC-prosesseja.

Työ koostuu erilaisten SPC-menetelmien läpikäynnistä ja eCoach-ohjelmiston esittelystä. Lisäksi opinnäytetyössä käsitellään ohjelmiston käyttöönottoa ja siihen liittyvää koulutusta.

Työn lopputuloksen Kempillä otettiin käyttöön helppokäyttöinen ja reaaliaikainen loppukoestuksen tiedonkeruujärjestelmä. Ohjelmisto taltioi jokaisen sarjanumeroidun tuotteen koestustiedot tietokantaan. Kerättyä dataa voidaan hyödyntää esimerkiksi takuukorjaustilanteissa ja tuotekehitysprojekteissa.

Asiasanat: SPC, tilastolliset menetelmät, eCoach, tuotanto, laatu, tuotekehitys

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

Mechanical- and production engineering

TUHKANEN, JARKKO: Statistical process control at Kemppi Oy's
production

Bachelor's Thesis in Mechanical- and production engineering,
45 pages, 11 appendices

Winter 2017

ABSTRACT

This thesis deals with statistical process control at Kemppi's production. The objective of the study is introducing a new final inspection data compose system which name is eCoach. Collected data's handling and analyzing eCoach utilizing well-known statistical SPC-processes.

The thesis consists of examining various SPC methods and presents the eCoach software. In addition, the thesis deals with the introduction of software and training.

As the result of the study is a new user friendly and real-time software implemented at Kemppi Oy's production. The software stores all serial numbers and final testing data in the database. Collected data can be used for example in warranty cases and R&D projects.

Key words: SPC, Statistical procedures, eCoach, Production, Quality, R&D

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	2
2	KEMPPI OY	3
2.1	Yritystiedot	3
2.2	Toiminta-ajatus, menestystekijät ja arvot	5
2.3	Kempin tuotteet	6
3	SPC-TILASTOLLINEN PROSESSIN OHJAUS	7
3.1	Tilastollinen ajattelutapa	7
3.2	SPC:n perusteet	7
3.3	Jakaumat ja histogrammit	8
3.4	Tiedon keruu	10
3.5	Tarkastuskortti	11
3.6	Prosessin suorituskyky	11
3.7	Valvontakortit	14
3.8	Prosessin tilat	20
3.9	Entropia	22
4	ECOACH-OHJELMISTO	23
4.1	eCoach	23
4.2	Laatuportaali	24
4.2.1	Muuttujavalvonta	26
4.2.2	Kyvykkyysraportointi ja -trendi	29
4.2.3	Ominaisuusvalvonta	30
4.2.3	Jatkuva parantaminen	37
4.2.4	Osastojen omat laatusivut	38
4.3	Quality explorer	39
4.4	SQL Server	40
5	KOULUTUS JA KÄYTTÖÖNOTTO	41
6	YHTEENVETO	43
	LÄHTEET	44
	LIITTEET	45

SPC-TERMEJÄ

ATTRIBUUTTI	Ominaisuus, eli tuote joko toimii tai ei toimi (on/off)
ERITYISVIRHEET	Prosessissa ilmeneviä virheitä, joilla saattaa olla määrätty syy tai niiden aiheuttaja voi vaihdella. Ei voida vaikuttaa yksinkertaisin säätötoimenpitein.
JAKAUMA	Mittaustulosten jakautuminen 6 x keskihajonta-alueelle
KESKIARVO	Havaintojoukon mittatulosten keskiarvo
KESKIHAJONTA	Mittaustulosten luonnollisen vaihtelun keskimääräistä suuruutta kuvaava tunnusluku
NÄYTE-ERÄ	On yhdestä populaatiosta otettu näyte
PARETO ANALYYSI	Luokittelujärjestelmä, jolla kustannuksia tai hylkäyksiä aiheuttavat virheet voidaan järjestää luokkiin eri kriteerien mukaan.
POPULAATIO	Yhden mitattavan kohteen kaikki mittaustulokset
SPC	Statistical Process Control Tilastollinen prosessin valvonta
SUORITUSKYKY	Prosessin potentiaali. Tuotteen toleranssin ja valmistusprosessin hajonnan suhdeluku (prosessin suorituskyky)
TOLERANSSI	Mitattavalle muuttujalle ennalta määritetty suurin ja pienin sallittu mittaustulos.
VAIHTELU	Havaintojoukon suurimman ja pienimmän mittaustuloksen erotus (hajonta)

VALVONTARAJAT	Mittaustuloksista tietyn kaavan mukaan lasketut rajat, jotka kertovat prosessin sallitun vaihtelun alueen.
VARIAABELI	Muuttuja eli mittatulos, jonka suuruus vaihtelee
YLEISET VIRHEET	Prosessiin normaalioloissa vaikuttavat virhelähteet. Kun prosessi on hallinnassa siihen vaikuttavat vain yleiset virhesyyt (prosessin oma sisäinen hajonta)

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Kemppi Oy:lle, ja sen tavoitteena on loppukoestuksen tiedonkeruujärjestelmän käyttöönotto ja koulutus. Opinnäytetyön ajan työskentelin laatuosastolla harjoittelijana. Tehtäviini kuuluivat erilaiset tuotannon- ja tuotelaatuun liittyvät asiat sekä eCoach-projektiin osallistuminen. Opinnäytetyö siis koostuu kolmesta eri osiosta: erilaisten SPC-menetelmien läpikäynti, eCoach-ohjelmiston esittely sekä käyttöönotto ja koulutus.

Ohjelmiston käyttöönotto oli iso askel kohti reaaliaikaista loppukoestusdatan tallennusta ja hyödyntämistä. Ohjelmisto mahdollistaa esimerkiksi tuoteryhmittäin seurattavien laitteiden vikaraportoinnin ja saantoprosentin. Ero edelliseen käytössä olleeseen menetelmään oli merkittävä, sillä aiemmin kaikki kirjaaminen tapahtui manuaalisesti paperille, josta laatuosasto teki yhteenvedon.

Suurimmaksi haasteeksi vanhassa menetelmässä koettiin, että vikatilastot syykoodeineen kirjattiin ensin paperilomakkeelle, josta ne siirrettiin tietokantaohjelmistoon. Tämä aiheutti reilun viikon viiveen tietojen käyttöön saamiseen, jolloin korjaavien toimenpiteiden kohdistaminen oli auttamattomasti myöhässä.

Projekti oli monelta osin haastava varsinkin käyttöönoton ja koulutuksen suhteen. Käyttäjien sitoutuminen sekä heidän työnkuvan muuttuminen toivat paljon keskustelua asian ympärillä. Vanhasta poisoppinen ja uuden toimintamallin omaksuminen olivat isoja asioita projektin edetessä.

Työn tärkeimpiä tavoitteita on ennaltaehkäisevä virheiden synty ja reaaliaikainen laadunohjaus, minkä avulla minimoidaan uusiutuvien häiriöiden synty. Prosessin ymmärryksen lisääminen parantaa sen ennustettavuutta ja luotettavuutta. Virheiden todellisten syiden löytäminen ja laaduntuottokyvyn selvittäminen vähentävät tunnetusti valvontatyötä. Yhtenäiset toimintatavat laatuasioissa tuottaa tasaisempaa ja parempaa laatua. Lopputuloksena näille kaikille on tyytyväisempi asiakas.

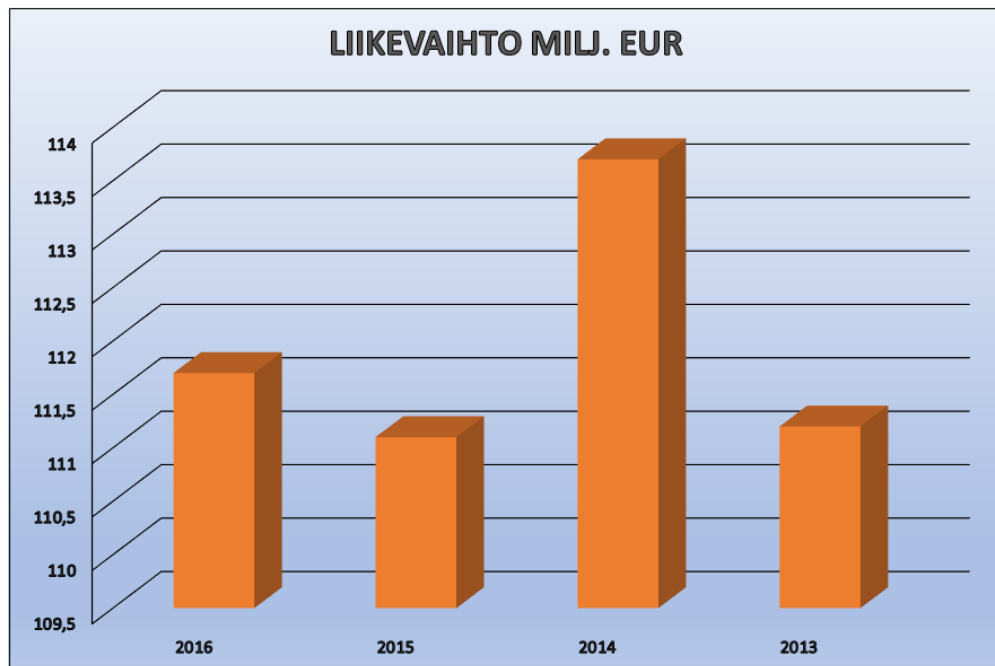
2 KEMPPI OY

2.1 Yritystiedot

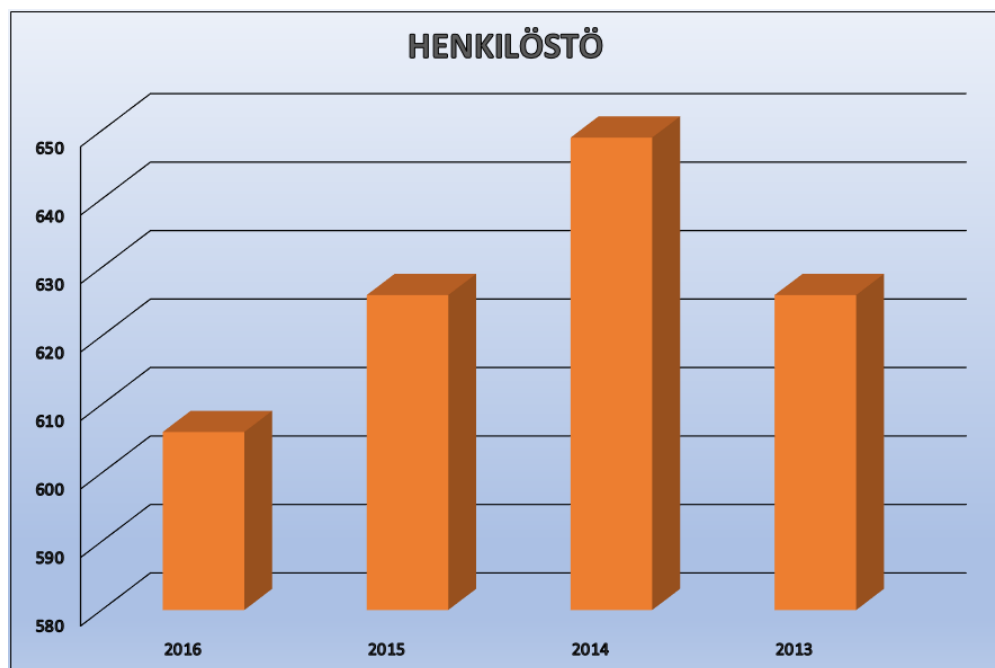
Kemppi Oy suunnittelee, valmistaa ja markkinoi hitsauskoneita ja hitsaukseen liittyviä tarvikkeita. Lahdessa sijaitsevan Okeroisten tehtaan lisäksi yhtiöllä on tuotannollista toimintaa Chennaissa, Intiassa. Kemppi Oy:llä on logistiikkapartneri Posti Oy, joka toimii Lotilan kaupunginosassa, Lahdessa. Kempin tytäryhtiöt sijaitsevat neljässätoista eri maassa. (Kemppi Oy 2017.)

Yrityksen perusti Kempin kolme veljestä vuonna 1949. Yritys aloitti toimintansa omakotitalon kellarissa Lahdessa, Launeen kaupunginosassa, valmistaen hitsausmuuntajia. Yrityksessä on alusta alkaen panostettu tuotekehitykseen ja laatuun, ja menestystekijänä on ollut hitsaukseen liitetyt tekniset innovaatiot esimerkiksi tyristoriohjaus, invertteriteknikka ja IGBT-teknologia. Lisäksi Kemppi on palkittu Tasavallan Presidentin vientipalkinnolla 1968 ja Suomen Laatuyhdistys r.y. Laatupalkinnolla 1986. Vuonna 2014 Kemppi valittiin vuoden päähankkijaksi. (Kemppi Oy 2017.)

Yritys toimii edelleen perheyhtiönä, jo edesmenneen teollisuusneuvos Martti Kempin perheen omistuksessa. Yrityksen toimitusjohtajana perheen ulkopuolinen henkilö Ville Vuori. Hallituksen puheenjohtajana toimii Teresa Kemppi-Vasama. Vuonna 2016 Kemppi Oy:n liikevaihto oli yli 110 milj. eur, josta viennin osuus noin 90 % (KUVIO 1). Konsernin palveluksessa oli 2016 yli 600 henkilöä, joista ulkomailla toimi noin 200 työntekijää (KUVIO 2).



KUVIO 1. Kempin liikevaihdon kehitys (Kemppi Oy 2017)



KUVIO 2. Kempin henkilöstö (Kemppi Oy 2017)

2.2 Toiminta-ajatus, menestystekijät ja arvot

Kemppi kehittää, valmistaa ja markkinoi sähköhitsaus- ja leikkauslaitteita, sähköhitsauspolttimia ja tarvikkeita ja tarjoaa palveluja hitsaavien asiakkaiden tarpeisiin. Kemppi on myös erikoistunut palvelemaan asiakkaita, jotka tarvitsevat pienjännitteistä tasa- tai vaihtovirtasähköä muihin kuin hitsaustarkoituksiin.

Kemppi Oy katsoo menestystekijöikseen jatkuvan investoinnin tutkimukseen ja tuotekehitykseen. Osaava, joustava ja koulutettu henkilökunta koetaan voimavaraksi. Dynaamisuus perustuu perheomistukseen, joustavaan ja mukautuvaan organisaatioon, selkeään vastuiden määrittämiseen sekä avoimeen tiedonkulkuun. Laatuun on kiinnitetty huomiota jo 1970-luvulta lähtien. 1980-luvulla koko henkilökunta sai laatukoulutuksen. 26. lokakuuta 1990 Kemppi sai ensimmäisenä hitsauskonevalmistajana maailmassa Det Norske Veritasin myöntämän ISO 9001 -laatusertifikaatin. Vuonna 2014 Kempille myönnettiin vuoden päähankkija palkinto. (Kemppi Oy 2017.)

Kempin uudistetuiksi arvoiksi on määritetty ihmislähtöisyys, rohkeus, suoraselkäisyys ja tuloksellisuus (KUVIO 3).

Uudistetut arvot



KUVIO 3. Kempin arvot (Kemppi Oy 2017)

2.3 Kempin tuotteet

Kemppi suunnittelee ja valmistaa pääasiassa tuotteita käsihitsaukseen. Puikko-, MIG/MAG- ja TIG-hitsauksessa käytettävät laitteet ovat Kempin yleisempiä tuotteita. Laitteistot koostuvat tyypillisesti virtalähteistä, langansyöttölaitteista, hitsauspolttimista, kaukosäätimistä ja kuljetusratkaisuista. Hitsauksen laadunhallintajärjestelmät ovat Kempin viimeisimpiä tuotealueita. Asiantuntijapalvelut ja automaattioratkaisut ovat myös kasvava trendi.

Kemppi Oy:llä on laaja asiakaskunta, joka koostuu pääasiassa teollisuuden yrityksistä. Telakka-, öljy-, auto- ja metalliteollisuus on Kempin asiakassegmentti. Asiakaskunta ulottuu myös autokorjaamoihin, maanviljelijöihin ja harrastuskäyttäjiin, joille löytyvät myös laitteet Kempin valmistamista tuotteista. (Kemppi Oy 2017.)

3 SPC - TILASTOLLINEN PROSESSIN OHJAUS

3.1 Tilastollinen ajattelutapa

Esiteollisen tuotannon alkamisesta asti on ollut voimassa luonnon laki: mitkään asiat eivät ole samanlaisia. Tuotteiden, asioiden ja ilmiöiden ominaisuudet vaihtelevat aina. Tämä vaihtelu on aiheuttanut ja aiheuttaa jatkuvasti hankaluuksia kaikissa yrityksen toiminnoissa. Erityisesti valmistustoiminnassa tämä karu todellisuus paljastuu: täsmälleen samanlaisia tuotteita on liki mahdoton valmistaa. Tuotannon vaihtelua ei voida poistaa ja vaatimuksenmukaisia tuotteita tulee valmistaa ja tästä syystä laadun hallintaan on jouduttu kehittämään tilastollisia ajattelutapoja.

3.2 SPC:n perusteet

Amerikkalainen tohtori Shewhart kehitti Bellin laboratoriossa uuden menetelmän 1920-luvulla. Ideana oli, että vaihtelulla on syynsä, jotka voidaan luokitella ja tunnistaa. Ajatusmalliaan Shewhart kokeili luonnossa menestyksellisesti (vrt. luonnon lait). Tutkiessaan tuotantoprosesseja samoilla tilastollisilla menetelmillä hän havaitsi, että vaihtelu ei noudattanutkaan luonnonlakeja. Tästä Shewhart teki johtopäätöksen: ”vaikka jokaisessa prosessissa on vaihtelua, ovat jotkut prosessit hallitussa vaihtelutilassa ja jotkut ei-hallitussa vaihtelutilassa”. (Järnefelt 1990, 8.)

Hallittu vaihtelu on luonteeltaan pysyvä ja vaihtelu on ajan suhteen vakio. Ei-hallittu vaihtelu on luonteeltaan epästabiili, ja se muuttuu ajan mukana. Tilastollisesti hallinnassa olevalle prosessille ovat tyypillisiä seuraavat piirteet:

- Samalla prosessilla valmistetut osat eivät ole koskaan samanlaisia.
- Tietty vaihtelu on normaalia, ja se on mitattavissa.
- Tulokset vaihtelevat luonnollisen hajonnan mukaisesti.
- Prosessin mittaustulokset pyrkivät keskittymään.

Shewhartin mukaan on kaksi tapaa parantaa prosessia (Järnefelt 1990, 9):

- Prosessin vaihtelu on hallittua eli vaihtelu syntyy prosessista itsestään, jolloin prosessia itseään on parannettava.
- Prosessin vaihtelu ei ole hallittua eli vaihtelu syntyy jostakin erityisyydestä, jolla ei ole mitään tekemistä itse prosessin kanssa. Tällöin prosessin parannus tapahtuu löytämällä nämä erityisyydet sekä poistamalla ne.

Yksi tunnetuimmista laatuguruista W. Deming jalosti 1940-1950 -luvulla

Shewhartin tilastollista ajattelutapaa ja loi seuraavat käsitteet (Järnefelt 1990, 10):

- Vaihtelut, jotka syntyvät itse systeemistä. Ne johtuvat johtamisjärjestelmästä - tavasta johtaa systeemiä - siksi vain johto voi poistaa ne, esim. prosessin muuttaminen investoimalla uusiin koneisiin tai raaka-aineisiin
- erityisyydet, jotka aiheuttavat vaihtelua ovat paikallisia. Ne eivät ole osa koko systeemiä ja niiden olemassaolo on ymmärrettävä epänormaalina.

3.3 Jakaumat ja histogrammit

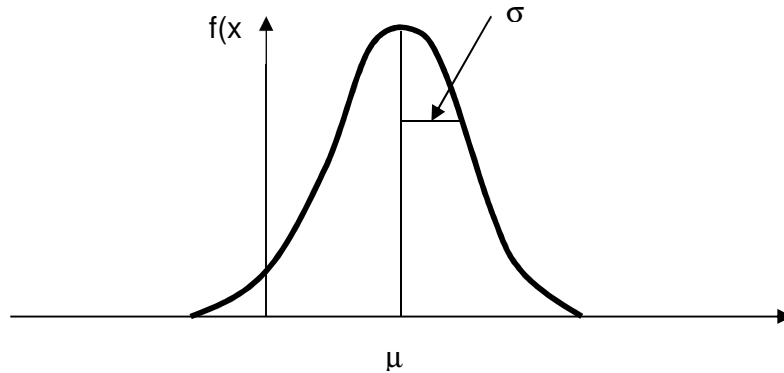
Tietoa voidaan esittää graafisessa muodossa histogrammin avulla. Kerätty tieto voi olla esimerkiksi sorvatun kappaleen mitat tai prosessin ajallinen tarkastelu, esimerkiksi tuotantovaiheiden mittauspisteiden päivämäärät. Histogrammilla kuvataan kerätyn tiedon hajonta ja tämän hajontakuvion jakauman vinouden, suuruuden ja keskikohdan paikan perusteella voidaan päätellä prosessin kunto.

Jos prosessin kaikki tekijät olisivat täysin vakioita, olisivat mitatut arvot täsmälleen samat. Tämä on kuitenkin mahdotonta, koska annettujen tietojen arvoissa tapahtuu väistämättä vaihtelua. Vaikka arvot eivät ole samat koko ajan, niitä kuitenkin hallitsevat tietyt säännöt, arvot noudattavat tiettyä jakaumaa. (Kume 1998, 39.)

Yksilöitä, jotka on otettu perusjoukosta, sanotaan näytteeksi. Koska koko perusjoukon ominaisuuksia halutaan tutkia, pitää näyte ottaa valitsemalla mikä tahansa yksilö joukosta yhtä suurella todennäköisyydellä. Tällä tavoin otettua näytettä kutsutaan satunnaisotokseksi ja menetelmää sanotaan satunnaisnäytteenottomenetelmäksi. Näytteen mitatun ominaisuuden arvo vaihtelee ennalta arvaamattomasti ja tällaista muuttujaa kutsutaan satunnaismuuttujaksi. Tyypillisesti tehdasvalmisteisten tuotteiden laatuominaisuudet ovat tällaisia. Näitä arvoja käsiteltäessä määritetään arvojen keskipiste ja sen jälkeen tutkitaan kunkin yksittäisen arvон sijoittumista keskipisteen ympärille. Keskipistettä kuvaava luku on näytteen keskiarvo tai sen matemaattinen odotusarvo. (Kume 1998, 55-58.)

Kun tarkastellaan tuote-erästä otettua näytettä mittaamalla satunnaisesti valittuja kappaleita, ei tarkastelun kohteena ole näyte sinänsä, vaan koko erän ominaisuudet. Tarkastelun tuloksena päätetään, hyväksytäänkö koko erä. Tarkasteltaessa valmistusprosessia valvontakortin avulla ei pyritä määrittelemään näytteen ominaisuuksia, vaan tarkoituksena on saada tietää, mikä on prosessin tila. Tarkastelun kohteena olevaa kokonaisuutta kutsutaan perusjoukoksi, joka voi olla joko tuote-erä tai prosessi. Erä on helppo mieltää perusjoukoksi, sillä se koostuu todellisista kappaleista, joita voidaan mitata, kun taas prosessi ei sinänsä ole tuote, vaan sitä voidaan kutsua päättymättömäksi perusjoukoksi, sillä prosessin valmistamien tuotteiden määrä on loputon, ellei prosessi lakkaa tuottamasta niitä. Prosessi koostuu yleisesti ihmisistä, koneista, raaka-aineista ja menetelmistä. (Kume 1998, 62.)

Jakaumia on monenlaisia ja tyypillisin niistä on normaalijakauma (KUVIO 4). Normaalijakauman yhtälö sisältää parametrit μ (normaalijakauman keskiarvo) ja σ (normaalijakauman keskihajonta). Nämä kaksi parametria määrittävät normaalijakauman yksikäsitteisesti, ja jakauma ilmaistaan yksinkertaisesti merkitsemällä $N(\mu, \sigma^2)$. (Kume 1998, 63.)



KUVIO 4. Normaalijakauma ja sen parametrit

Normaalijakaumaan liittyviä todennäköisyyksiä on valmiiksi taulukoitu, sillä sen laskenta on suuritöistä. Taulukkoa ei tarvita, jos käytettävissä on tilasto-ohjelma tai hyvä taulukkolaskentaohjelma. Tämän standardisoidun normaalijakauman keskiarvo on 0 ja keskihajonta 1.

Nopeiden ja hitaiden toimitusketjujen suorituskyvyn erot on helppo huomata niiden jakaumia vertailemalla. Nopeiden toimitusten jakaumassa on selvä huippu, joihin kuuluu 70 – 90 % toimituksista. Tällainen prosessi on hallinnassa, ja sitä voidaan kehittää. Vastaavasti hitaiden toimitusketjujen toimitusajat jakautuvat laajalle ja niissä on suuri vaihtelu ja pitkä keskimääräinen toimitusaika. Tällainen prosessi ei voi olla hallinnassa. Prosessi pitää ensin määritellä ja korjata, ennen kuin sitä voidaan kehittää ja saada prosessista ennustettava. (Kume 1998, 64-65.)

3.4 Tiedon keruu

Tilastollisessa laadunvalvonnassa tiedon kerääminen on kaiken lähtökohtana. Ilman riittävää dataa ei voida suorittaa minkäänlaisia analyysejä ja siten arvioida prosessin tilaa. Tiedon keruu, joka siis suoritetaan SPC:n ensimmäisenä vaiheena, voidaan suorittaa manuaalisena, jolloin mittau tulokset kirjataan muistiin paperille tai erikseen sitä varten suunniteltuihin pöytäkirjoihin.

Toinen tapa on siirtää mittaustulokset sähköisesti esim. tiedonkeruulaitteeseen, josta tulokset voidaan ajaa tietokoneeseen analyysijä varten. Kehittynein muoto on kerätä tietoa on-linena, jolloin analyysit voidaan suorittaa reaaliajassa. Yksinkertaisimmillaan tiedonkeruu tapahtuu tukkimiehen kirjanpitona, mutta yleensä kannattaa kuhunkin tapaukseen laatia tarkoituksenmukaisin lomake. (Vihinen 1993, 9.)

3.5 Tarkastuskortti

Tietojen keräämisessä on tärkeää, että ne kerätään yksinkertaisella ja helpolla tavalla. Tarkastuskortti on lomake, johon tietojen kerääminen on helppoa ja tiedot saadaan automaattisesti järjestettyä siten, että niitä voidaan myöhemmin helposti käyttää. Tietojen tulee selvästi kuvata tosiasioita, ja koska tietoja saattaa muokata usea henkilö, on välttämätöntä, että tiedot voidaan merkitä yksinkertaisilla symboleilla tai tarkastusmerkeillä, jotta vältetään kirjoitusvirheitä. Kun tiedot saadaan tarkastuskorttiin siten, että tiedot järjestyvät automaattisesti ilman, että niitä enää tarvitsee manuaalisesti siirtää edelleen, saadaan tarkastuskortista merkittävä tietojen keräämisyökalu. (Owen 1989, 104.)

3.6 Prosessin suorituskky

Tilastollisen ajattelun saatua yhä enemmän jalansijaa teollisessa toiminnassa on ollut tarve kehittää yksinkertainen tunnusluku, jolla saadaan yhteys toleroinnin ja tilastollisen ohjauksen välille. Näin varsinkin, kun näiden molempien suhtautumistapojen on sopeuduttava elämään yhdessä.

Prosessin suorituskvyn mittana pidetään prosessin jakauman mahtumista toleranssialueelle eli sitä, noudattaako prosessi spesifikaatiota. Tällöin oletetaan aina, että prosessi on normaalijakautunut eikä erityisiä syitä ole vääristämässä prosessia.

Prosessin suorituskyyä voidaan luotettavasti laskea vain, kun prosessi on saatettu stabiiliin tilaan eli vaihtelu on hallittua. Tällöin prosessin ulostulon vaihteluun vaikuttavat vain systeemisyyt.

Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, sillä vain harvoin saadaan kaikki erityisyyt eliminoidua. Tämän takia saatu suorituskyyyn arvo ei ole kovin tarkka, mutta siitä saa normaalisti riittävän tarkan kuvan prosessin kyykykyydestä. Jos halutaan tarkempi ja luotettavampi tulos, pitää eliminoida kaikki erityisyyt suorituskyyyn laskennassa käytettävistä tuloksista. Näin ollen suorituskyyindeksejä tulee käyttää vain SPC-ajattelun konkretisointiin ja tunnuslukujen määrittämiseen. (Järnefelt 1990, 20-22.)

Suorituskyyyn indeksit voidaan laskea standardipoikkeamasta (s) suoraan seuraavasti:

C_p = vaatimusalueen leveys jaettuna $6 \cdot s$ llä

C_{pk} = itseisarvo prosessin keskiarvon ja keskiarvoalähempänä olevan vaatimusrajan erotuksesta jaettuna $3 \cdot s$ llä.

Maksimisuorituskyyyluku C_p kuvaa teoriassa prosessin kyykykyyttä toleranssivaatimukseen nähden. Vaatimusalue jaetaan kuusikertaisella standardipoikkeaman arvolla, joka on alue, jolle 99,73 % prosessin vaihtelusta sijoittuu. Vaihtelun sijainti voi olla toleranssialueen ulkopuolella, C_p -luku ei huomioi vaihtelun sijaintia mitenkään. Se ilmaisee vain nykyisellä vaihtelun suuruudella prosessin teoreettisen maksimisuurituskyyyn.

Kun halutaan saada huomioitua vaihtelun sijainti vaatimusalueeseen nähden, on otettava käyttöön epäkeskeisyyden korjauskerroin k. Näin voidaan laskea prosessin todellinen suorituskyyyluku C_{pk} . Tämä luku kuvaa prosessin suorituskyyä ja ottaa huomioon mittaustulosten keskiarvon poikkeaman toleranssialueen keskeltä. Keskiarvoa lähempänä oleva toleranssiraja määrää C_{pk} :n. Suorituskyyä ei voida määritellä, ellei prosessi ole tilastollisesti hallinnassa ja lähes normaalijakautunut. (Järnefelt 1990, 24-25.)

Yleisesti pidetään hyvän prosessin vaatimuksena suorituskyyä $C_{pk} > 1,33$, joka sallii pienen häiriön ennen toleranssirajan ylittymistä.

Seuraavassa yleisarviot prosessista C_{pk} :n avulla:

$C_{pk} < 1,00$	heikko tilanne, jatkuvia toleranssin ylityksiä
$C_{pk} = 1,00 \dots 1,33$	huono tilanne, pienikin muutos johtaa toleranssin ylityksiin
$C_{pk} = 1,33 \dots 1,50$	kohtuullinen tilanne, pienet muutokset mahdollisia
$C_{pk} > 1,50$	luotettava prosessi, muutokset ovat havaittavissa herkästi

Yleensä prosessin parantamisessa ensimmäinen tehtävä on sen vaihtelun pienentäminen. Kun vaihtelua on pienennetty riittävästi ($C_p > 1,33$), ohjataan prosessi toleranssialueen keskelle ($C_{pk} > 1,33$). Tämän jälkeen prosessin kehittäminen jatkuu edelleen Jatkuvan Parantamisen keinoin. Samalla valvotaan prosessin suorituskyyä valvontarajojen avulla häiriöiden löytämiseksi.

Kun prosessin C_{pk} - arvo on laskettu, on arvioitava, miten hyvin prosessi täyttää asiakkaiden ja käyttäjien vaatimukset. Päämääränä jokaisessa yrityksessä tulisi olla jatkuva prosessien suorituskyyvyn parantaminen. Käytännössä joudutaan kuitenkin prosessit asettamaan tärkeysjärjestykseen ja tekemään päätöksiä siitä, mihin kohteisiin suurin panostus suunnataan. Prosessin suorituskyyindeksit antavat tällöin hyvän pohjan päätöksenteolle. (Järnefelt 1990, 15 - 16, 18, 24.)

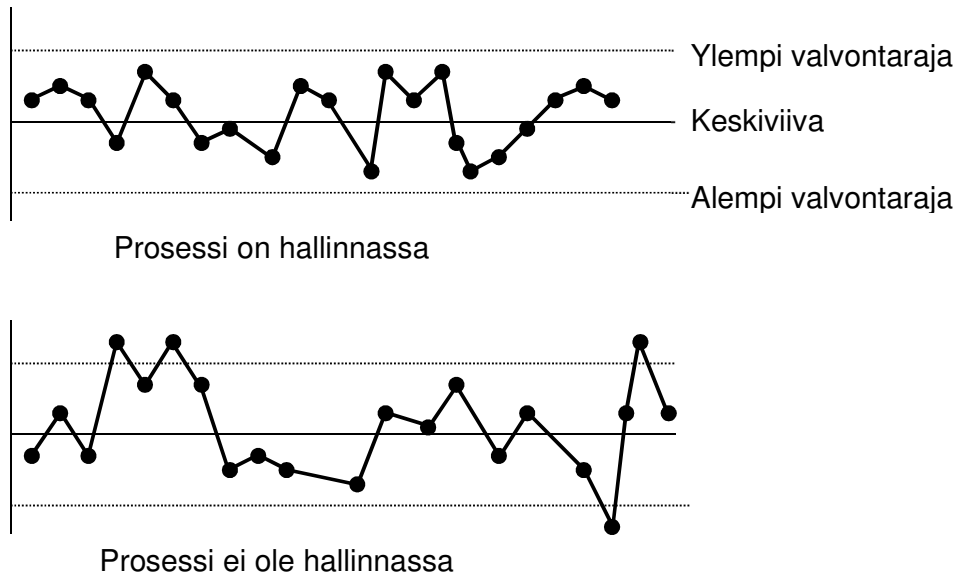
3.7 Valvontakortit

SPC:n tärkein työväline ovat valvontakortit. Niiden avulla valvotaan prosesseja ja nähdään, tapahtuuko prosesseissa muutoksia. Valvontakorttiin kerätään prosessista otetuista näytteistä saatuja tietoja. Näistä tiedoista laskettuja tunnuslukuja, kuten keskiarvo ja vaihteluväli, merkitään pisteinä valvontalueelle.

Pisteet yhdistetään viivalla, jolloin muodostuu valvontakäyrä, joka kuvaa prosessin tilaa ja josta nähdään, miten prosessin keskiarvo tai hajonta kehittyy ajan suhteen. F

Valvontakorteilla pyritään tutkimaan, onko prosessi hallinnassa vai ei. Epänormaali vaihtelu pyritään eliminoimaan erottamalla prosessista yleinen vaihtelu erityisestä. Valvontakortin soveltamisessa perusolettamus on, että on olemassa vain yksi perusjoukko, josta näytteitä ottamalla voidaan päätellä prosessin tila. Kun prosessista otettujen otosten keskiarvot ja vaihteluvälit heilahtelevat valvontarajojen välissä, on prosessi hallinnassa. Jos pisteet eivät pysy valvontarajojen välillä, prosessi ei ole hallinnassa.

Valvontakortissa on aina keskiviiva sekä kaksi valvontarajaa, jotka sijaitsevat keskiviivan molemmin puolin (3 keskihajonnan päässä, vrt. 3 sigman sääntö). Ideana on, että jos yksikin piste sijoittuu valvontarajojen ulkopuolelle, prosessissa on tapahtunut häiriö (KUVIO 5). Sen lisäksi korteista voidaan havaita hitaita trendimuutoksia tai jaksoittaisia vaihteluja. (Kume 1998, 92-93.)



KUVIO 5. Esimerkit valvontakorteista

Prosessissa valmistetun tuotteen laatu vaihtelee väistämättä. Näihin vaihteluihin on erilaisia syitä, jotka voidaan luokitella joko systeemisyihin tai erityissyihin.

Systeemisyistä johtuvaa vaihtelua ei voida välttää, sitä ilmenee pakostakin prosessissa, vaikka valmistus tapahtuukin standardisoituja raaka-aineita ja menetelmiä käyttämällä. Systeemisyitä ei voida eliminoida tällä hetkellä käytettävissä olevilla menetelmillä teknisesti ja taloudellisesti.

Erityissyistä aiheutuva vaihtelu merkitsee prosessissa vaikuttavia merkityksellisiä tekijöitä, jotka pitää tutkia. Tällainen vaihtelu on vältettävissä ja on välttämätöntä eliminoida nämä erityissyyt, jotta prosessi saataisiin hallintaan. Prosessi ei ole hallinnassa, kun valvontakortissa jää pisteitä valvontarajojen ulkopuolelle tai ne käyttäytyvät normaalista poikkeavalla tavalla.

Valvontakortteja on erityyppisiä ominaisuutta kuvaavista arvoista tai tarkoituksesta riippuen. Kaikentyyppisissä valvontakorteissa valvontarajat lasketaan kaavasta (Kume 1998, 92-93):

$$(\text{keskimääräinen arvo}) \pm 3 * (\text{keskihajonta})$$

missä keskihajonta on systeemisistä johtuvan vaihtelun keskihajonta. Tämän tyyppistä valvontakorttia kutsutaan 3-sigma valvontakortiksi.

Valvontakortteja on kahta tyyppiä: jatkuville arvoille ja epäjatkuville arvoille. Jatkuvan arvon x-R-korttia (keskiarvo ja vaihteluväli) käytetään prosessin valvontaan ja analysointiin tuotteen laatua kuvaavilla jatkuvilla arvoilla, kuten pituudella, painolla tai keskeisyydellä, ja tällä kortilla saadaan suurempi määrä tietoa prosessista. R-korttia käytetään tavallisesti yhdessä x-kortin kanssa kontrolloimaan vaihtelua alaryhmän sisällä. Valvontakortissa ilmenee ylempi valvontaraja (UCL), keskiviiva (CL) sekä alempi valvontaraja (LCL).

Keskiarvovalvonnassa seurataan näyteryhmien keskiarvojen käyttäytymistä. Näin selvitetään prosessin säätö sekä prosessin mahdolliset "välykset" ja ajalehtimiset. R-valvonta paljastaa prosessin suorituskäytössä tapahtuvat muutokset. Kun suorituskäytössä tapahtuu muutoksia, ovat syyt yleensä erityisyyttä, jotka vaikuttavat nimenomaan prosessin hajontaan sen epänormaalina vaihteluna. Valvontakorttia voidaan soveltaa vasta, kun erityisyys on poistettu prosessista.

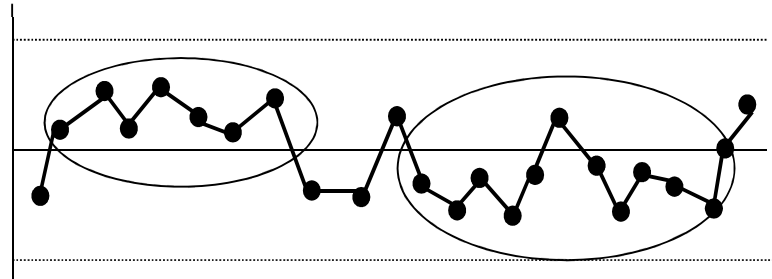
Kun prosessin keskiarvo ja vaihtelu pysyvät lähes muuttumattomina, on prosessi hallinnassa. Valvontakorteista voidaan tulkita prosessin tilaa, onko se hallinnassa vai ei. Valvontakorttien perusteella voidaan päätellä, että prosessi ei ole hallinnassa seuraavien kriteerien (Owen 1989, 104-106):

1. Pisteet, jotka ovat valvontarajojen ulkopuolella.
2. Polut, joissa pisteet esiintyvät jatkuvasti keskiviivan toisella puolella ja niiden lukumäärää kutsutaan polun pituudeksi. 7 pisteen pituinen polku katsotaan epänormaaliksi (KUVIO 6). Vaikka polun pituus olisi alle 6, pidetään seuraavia tapauksia epänormaaleina:
 - 11 peräkkäisestä pisteestä vähintään 10 sijaitsee keskiviivan toisella puolella
 - 14 peräkkäisestä pisteestä vähintään 12 sijaitsee keskiviivan toisella puolella

- 20 peräkkäisestä pisteestä vähintään 16 sijaitsee keskiviivan toisella puolella.

Seitsemän pisteen pituinen polku
on epänormaali

10/11 peräkkäisen pisteen sijainti
keskiviivan toisella puolen on
epänormaali

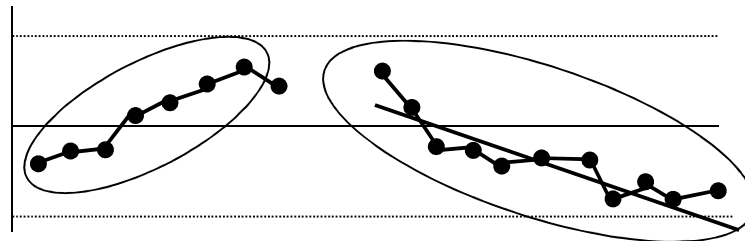


KUVIO 6. Polut

3. Suuntaus, jolloin pisteet muodostavat jatkuvan nousevan tai laskevan käyrän eli niillä on suuntaus tai trendi (KUVIO 7).

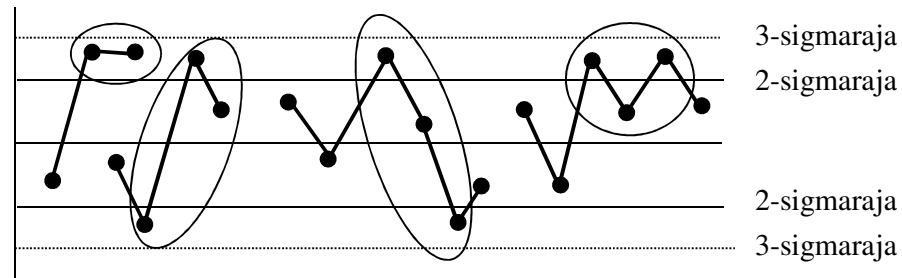
Seitsemän pisteen nouseva

Voimakkaasti laskeva suuntaus



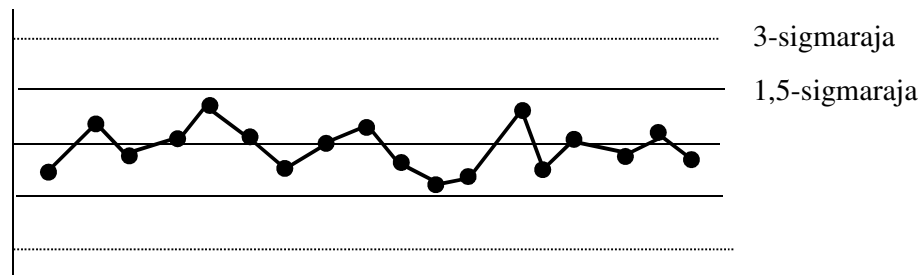
KUVIO 7. Suuntaus

4. Valvontarajoja lähestyminen (KUVIO 8). Jos kaksi kolmesta pisteestä sijaitsee hälytys- ja valvontarajojen välissä, pidetään tapausta epänormaalina.



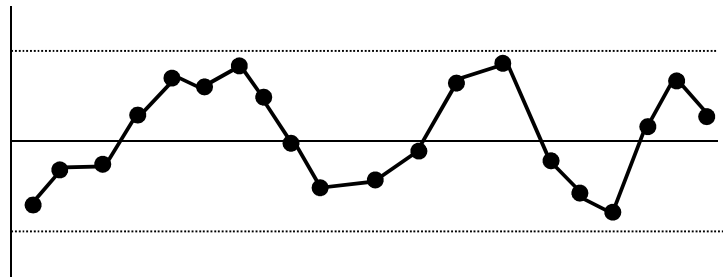
KUVIO 8. Lähestyminen valvontarajoja (kaksi pistettä kolmesta)

5. Keskiviivaa lähestyminen (KUVIO 9). Kun suurin osa pisteistä sijaitsee välittömästi keskiviivan molemmin puolin (valvontaraja-alueista käytetään vain puolet), on näytteet mahdollisesti valittu epätarkoituksenmukaisesti. Keskiviivaa lähestyminen ei tarkoita hallittua tilaa, vaan sitä, että alaryhmissä sekoittuvat eri perusjoukkojen arvot, mikä aiheuttaa sen, että valvontarajojen etäisyys on liian suuri. Tällaisessa tilanteessa on välttämättä muutettava alaryhmiin jakotapaa.



KUVIO 9. Keskiviivaa lähestyminen

6. Jaksoittaisuus, eli käyrä toistuvasti osoittaa suuntausta ylös ja alas samalla jaksovälillä (KUVIO 10).

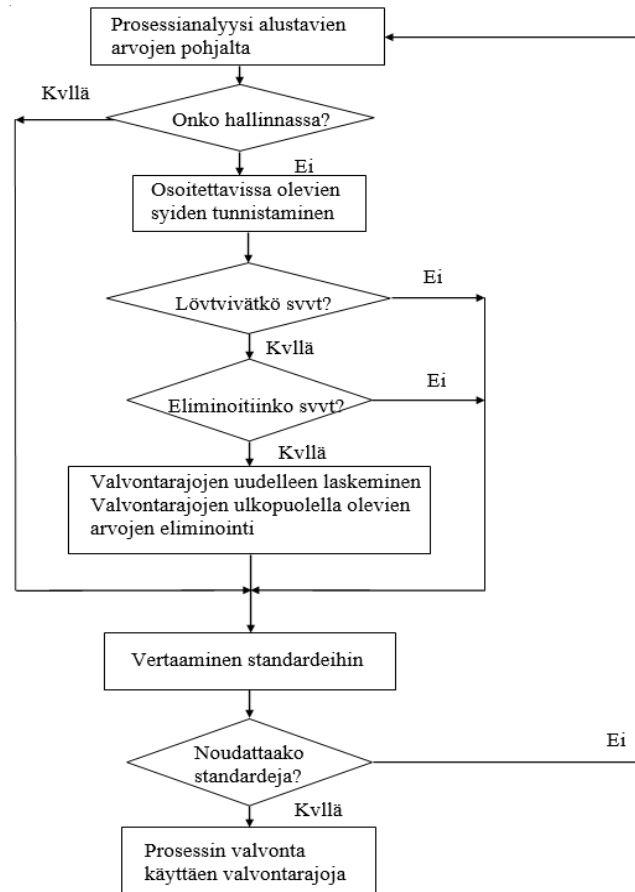


KUVIO 10. Jaksoittaisuus

Kun mitattavien ominaisuuksien ja prosessissa niihin vaikuttavien tekijöiden välinen riippuvuus on selvitetty, pyritään nämä tekijät pitämään tietyllä tasolla. Näin tavoitearvo pysyy halutulla alueella. Tämä vaihe on prosessinohjausta, jota valvontakortin avulla pyritään pitämään vakaassa tilassa.

Prosessin valvontaparametrin avulla johdetaan prosessinohjausta. On välttämätöntä tutkia prosessin laaduntuottokyvyn riittävyys prosessin johtamisessa. Laaduntuottokyvyllä tarkoitetaan prosessin vakautta ja sitä, indikoivatko valvontaparametrin vaihtelualueet kortissa valmistuksen vaatimaa standardinmukaisuutta. (Järnefelt 1990, 26.)

Jos prosessin valvontaparametri ei ole vakaa ja prosessi havaitaan puutteelliseksi, on välttämätöntä asettaa väliaikaiset valvontarajat ja samanaikaisesti alkaa parantaa prosessia. Prosessin analyysiä varten tehtyä valvontakorttia verrataan standardiarvoihin. Jos prosessi valvontakortin perusteella on halutussa tilassa, sovelletaan valvontarajoja prosessin valvonnassa (KUVIO 11).



KUVIO 11. Valvontarajat – päätöksentekokaavio

3.8 Prosessin tilat

Pyrittäessä vaatimustenmukaiseen tuotantoon voidaan tuotantoprosessin suorituskyky jakaa neljään eri tilaan riippuen siitä, kuinka hyvin se toimii (Kume 1998, 139):

- ideaalitila
- rajatila
- kaaoksen reunalla
- kaaos.

Prosessi on tilastollisesti ohjauksessa, hallinnassa ja tuotteet täyttävät spesifikaatiot 100-prosenttisesti, kun prosessi on stabiili ajan suhteen, sen keskiarvo on asetettu ja se pysyy siinä ja sen luonnollinen vaihtelu on pienempi kuin tuotteen spesifioitu toleranssi. Jos yksikään ehto ei toteudu, prosessi ei ole ideaalitulassa.

Prosessi on tilastollisesti ohjauksessa, mutta se tuottaa muutamia virheellisiä tuotteita jatkuvasti. Normaaliratkaisu on 100-prosenttinen tarkastus, mutta se ei paranna prosessia, ainoastaan lisää kustannuksia. Prosessia voidaan parantaa pienentämällä sen hajontaa, muuttaa sen keskiarvoa tai spesifikaatiota.

Vikatilanteessa prosessi on keskittynyt sivuun eli sen säätö ei ole hallinnassa tai hajonta on liian suurta.

Prosessi ei ole tilastollisesti ohjauksessa mutta tuottaa 100-prosenttisesti hyviä tuotteita. Tällöin prosessia hallitsevat määräävät syyt, jotka saattavat saada aikaan äkillisiä, ennustamattomia muutoksia prosessiin. Ennen pitkää prosessi ajautuu ennustamattomaan tilaan - kaaokseen.

Prosessi ei ole tilastollisessa ohjauksessa ja prosessi tuottaa tuotteita, jotka eivät ole spesifikaation mukaisia. Tällöin valmistaja on tilanteessa, jossa hän tietää, että hänellä on ongelmia, mutta ei tiedä, mitä tehdä. Tehdessään korjaustoimenpiteitä hän joutuu nopeasti toivottomuuden ja kyllästyneisyyden tilaan määräävien syiden heitellessä prosessia.

Kaikki mitä yritetään tehdä, valuu hiljalleen käsistä ja prosessi muuttuu "maagiseksi". Ainoa tapa parantaa prosessia ja päästä pois kaaoksesta on ensin eliminoida määräävät syyt. Niin kauan kuin määräävät syyt johtavat prosessia, ollaan toimenpiteiden suossa: mitä kovemmin yrität päästä pois, sitä syvemmälle vajoat.

3.9 Entropia

Jokainen prosessi voidaan luokitella johonkin edellä mainitusta tilasta - ideaali, raja, kaaoksen reuna tai kaaos. Prosessit eivät kuitenkaan pysy stabiileina vaan siirtyvät tilasta toiseen. Tilan siirron aiheuttaa entropia - universaali voima - joka pyrkii siirtämään prosesseja kohti kaaosta. Entropia on loputon; jokainen prosessi luonnostaan ja vääjäämättä kulkee kohti kaaosta. (Kume 1998, 154.)

Ikuista tuotantoprosessia ei ole eikä tule. Ainoa tapa entropian ehkäisemiseksi on entropian vaikutuksen jatkuva eliminointi - prosessien ohjaaminen.

Jotta prosessia voidaan korjata, tulee entropian vaikutukset saada näkyville.

Jokaiseen prosessiin liittyy kaksi vaikeutta:

- Kuinka havaita entropian vaikutukset?
- Kuinka havaita erityisyyden läsnäolo?

Entropian painaessa prosesseja kohti kaaosta erityisyyt nousevat määrääviksi.

Ainoa tie ongelmien ratkaisussa on ottaa käyttöön valvontakortit prosessin ohjaamiseksi. Mitään muuta yhtä tehokasta ja niin helppokäyttöistä työkalua ei ole olemassa. Prosessit, joita ei ohjata valvontakorteilla, ovat tuomittuja kaaokseen. (Kume 1998, 93.)

4 ECOACH – OHJELMISTO

4.1 eCoach

Ecoach on selaimessa toimiva Excel-pohjainen tuotantotietojen keruujärjestelmä, joka hyödyntää MS-syöttökantaliittymää (LIITE 1). Ohjelmisto replikoi tiedot kaksisuuntaisesti tietokantaan sisältäen mittaustiedot, virhe- ja korjaustiedot sekä jäljittävyystiedot. Tässä luvussa esiteltyjen kuvioiden lähteenä on käytetty Predisys Oy:n järjestelmä ohjetta.

Ohjelmisto on ensimmäinen kokonaan selaintekniikan perustuva reaaliaikainen laadunohjausjärjestelmä (SPC). Järjestelmän palvelin arkkitehtuuri on toteutettu uusimpia internet-kehitystyökaluja sekä yleisimpiä SQL-tietokantoja (SQL-server, Oracle ja MS Access) käyttäen.

Predisys Oy on kehittänyt tämän uuden sukupolven laadunohjauksen tietojärjestelmän. Järjestelmän avainetuja ovat yksinkertaisuus, räätälöitävyys, helppokäyttöisyys, tietokantapohjaisuus, joustavuus, kustannustehokkuus ja integroitavuus. Se sisältää intranet/extranet-tekniikkaan perustuvat työvälineet yrityksen laadunkehitystyötä varten. Järjestelmä ei sisällä yhtään vakionäkymää vaan kaikki ovat asiakaskohtaisesti räätälöityjä esim. asiakaskohtaiset kieliversiot.

4.2 Laatuportaali

Järjestelmää käytetään laatuportaali näkymän kautta (KUVIO 12). Laatuportaali toimii eCoach järjestelmän solmupisteenä prosessin eri osa-alueisiin. Portaaliin voidaan tehdä linkkejä, joista päästään haluttuihin laatu- ja SPC-tauluihin. Laatuportaaliin on myös jokaiselle osastolle omat kotisivut, joiden kautta päästään kyseistä osastoa koskeviin tunnuslukuihin.

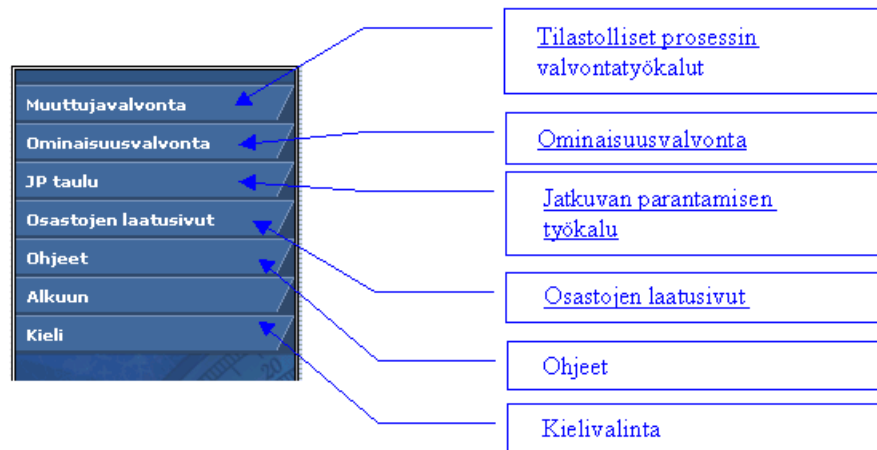
Tietokantahaku työkalun avulla voidaan tehdä hakuja tuotannon eri prosessien vaiheista. Usein suoritettavat haut voidaan tallentaa portaalin osastojen omille sivuille. Tällöin haun suoritus tapahtuu vain yhtä linkkiä painamalla. Hakujen määrittelyjä varten täytyy laatijalla olla käsitys prosessin eri vaiheista, sekä koulutus tämän työkalun käyttöä varten.



KUVIO 12. Laatuportaali

Laatuportaaliin siis luodaan linkit, joiden kautta päästään helposti haluttuihin ja Kempille tärkeisiin näkymiin. Niiden kautta löytyvät muuttujavalvonta, omaisuusvalvonta, jatkuvan parantamisen työkalu, osastojen omat laatuluvut ja erilaiset osasto-/tiimikohtaiset ohjeet (KUVIO 13).

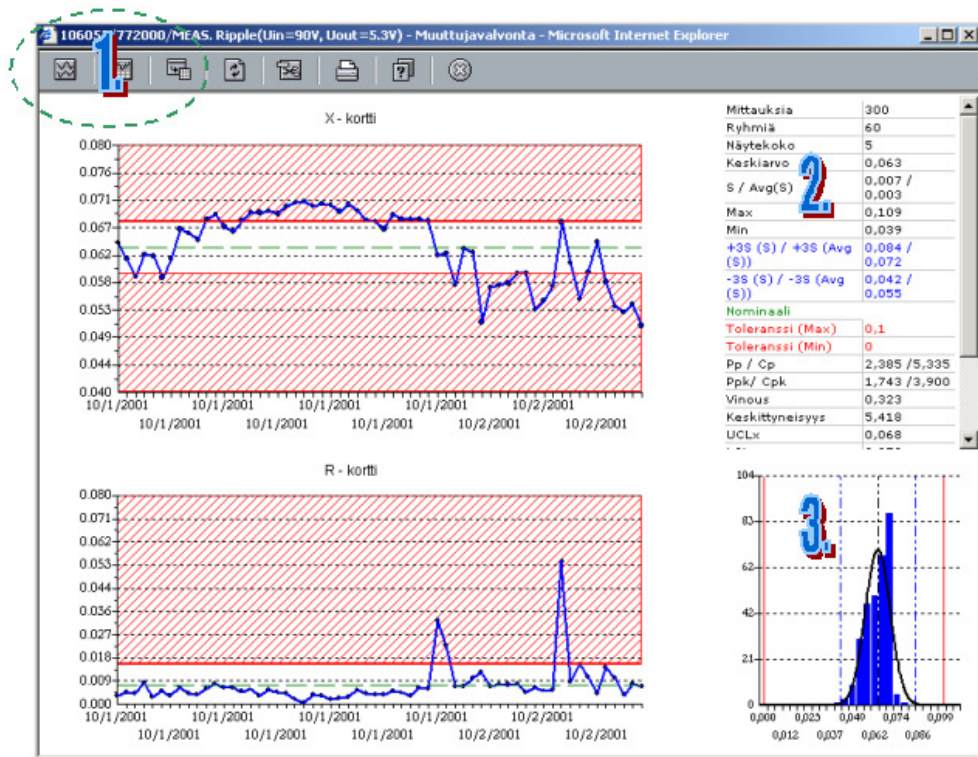
Muuttujavalvonnasta avautuvat tilastollisen prosessin valvontatyökalut, joiden tärkein ominaisuus on ohjauskortti. Seuraavissa luvuissa käydään lävitse valintojen takaa löytyvät ominaisuudet ja näkymät.



KUVIO 13. Valinnat

4.2.1 Muuttujavalvonta

Ohjauskortilla voidaan tarkastella reaaliajassa mittaustietoja yhdessä valvontarajojen kanssa (KUVIO 14). Rajojen ylitys kertoo mahdollisista häiriöistä prosessin tilassa. Kortin perusteella voi mittaustiedoista lukea myös trendejä ja/tai päätellä, kuuluuko yksittäinen poikkeama prosessin normaaliin vaihteluun, vai vaatiiko se korjaavia toimenpiteitä. Ohjauskortilta löytyy paljon erilaisia ominaisuuksia, valintoja ja tunnuslukuja.



KUVIO 14. Ohjauskortti

1. SPC kortin valinta

- XR tai XS kortti
- Yksittäisarvo kortti (yksittäisarvokortissa grafiikan alaosaan tulee taulukkomuodossa yksittäisten mittausten arvot jäljitettävyyystietoineen)

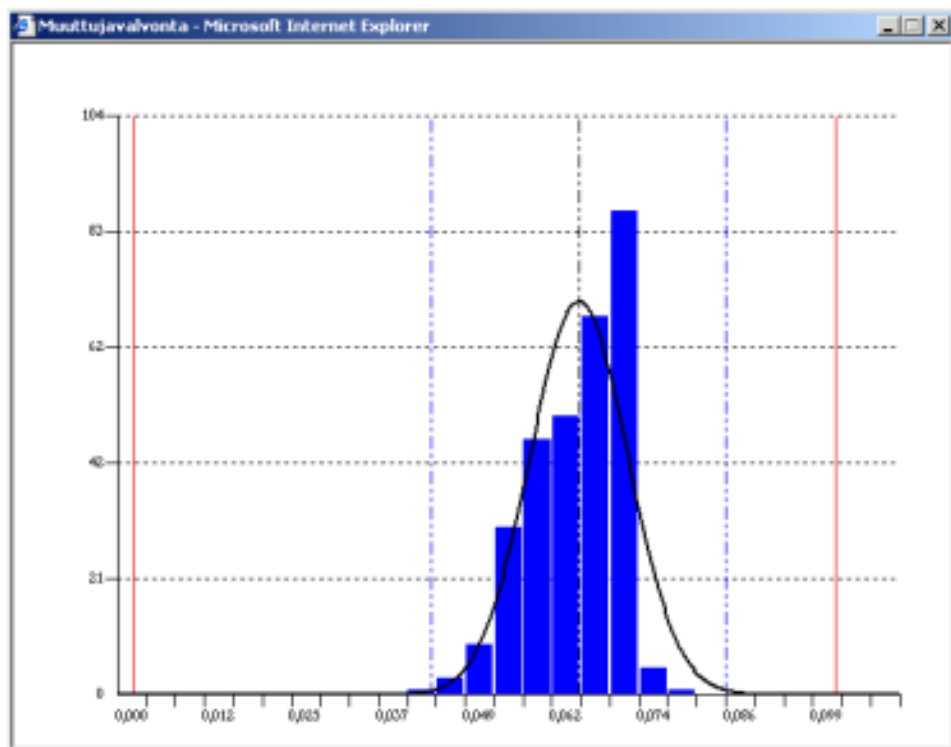
2. Muuttujan tunnusluvut

- mittausten määrä
- näytteiden määrä
- näytekoko
- keskiarvo
- standardipoikkeama (S(P) ja S(C))
- mittausten suurin ja pienin arvo
- $\pm 3S$ rajat
- tavoitearvo
- toleranssi max
- toleranssi min
- prosessin suorituskkyky (pp/ppk)
- prosessin kyvykkyys (cp/cpk)
- vinous (kuuluvat normaalisuustarkistukseen)
- keskittyneisyys (kuuluvat normaalisuustarkistukseen)
- tilastolliset valvontarajat (UCLm, LCLm, UCLr)
- valvontakortin tyyppi (esim. XR, XS)

3. Histogrammi

Histogrammi esittää muuttujan historiaan perustuvan kuvan mittausten osumatarkkuudesta eli mihin tikat ovat taulussa osuneet (KUVIO 15). Kuvaajan perusteella voi tehdä päätelmiä prosessin ajotavoista ja kyvykkyydestä tulisiko tähtäyspistettä muuttaa esim. konetta säätämällä vai pitäisikö hajontaa yrittää pienentää.

- 3S rajat (sininen)
- toleranssirajat (punainen)
- tavoitearvo (vihreä)
- keskiarvo (musta)

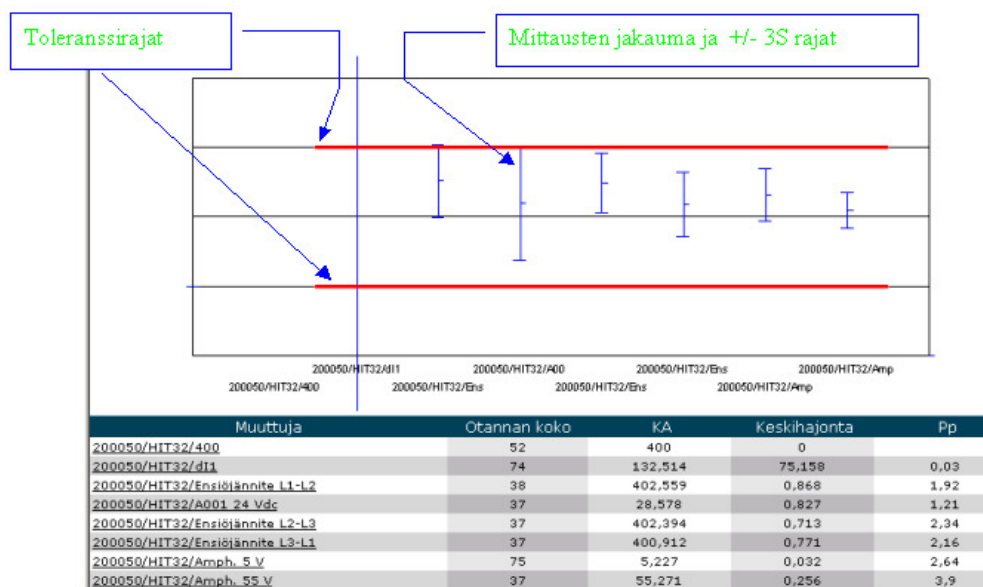


KUVIO 15. Histogrammi

4.2.2 Kyvykkyysraportointi ja -trendi

Histogrammi analyysin tuloksena saadaan mittausten osumatarkkuutta kuvaavat kyvykkyysindeksit sekä graafiset kuvaajat (KUVIO 16). Samalla raporttihaulla voidaan analysoida suuri määrä eri muuttujia – esimerkiksi yhdessä tuotteesta tehtävät testiaskeleet. (Tarvainen 2003.)

Tätä raporttia voidaan suunniteltavassa projektissa tehokkaasti käyttää esimerkiksi testaustulosten nopeaan analysointiin ja kokonaiskuvan määrittämiseen prosessin laaduntuottokyvystä. Raporttia voidaan käyttää myös esim. tuotekehityksen tarpeisiin.



KUVIO 16. Kyvykkyysraportti

Kyvykkyystrendi työkalulla voidaan tarkastella hyvin nopeasti kyvykkyysien kehityssuuntaa. Muuttujista lasketaan kyvykkyysarvot OLAP-kuutioon (online analytical processing). Muuttujista lasketaan tunnusluvut Ppk, pp, mean ja +/-3S.

4.2.3 Ominaisuusvalvonta

Ominaisuusvalvonta näkymässä laaditaan laatutauluhakuja tuotannon eri prosessien vaiheista. Virhetietojen aihealueiden valinnoilla päästään porautumaan esim. loppukoestuksen saanto- ja hyväksymisprosentteihin määritellyllä ajanjaksolla. Myös testausaikoihin ja tuotantovirheisiin päästään tämän hakuikkunan kautta. Valvontatapoja ja -korttien esitystapoja voidaan määrittää kulloisiakin tarpeita vastaaviksi (KUVIO 17).

Usein suoritettavat haut voidaan myös tässäkin näkymässä tallentaa portaalin osastojen sivuille. Tällöin haku tapahtuu tallennettua linkkiä painamalla.

The screenshot shows the 'Ominaisuusvalvonta - Haku' window. The interface includes the following elements:

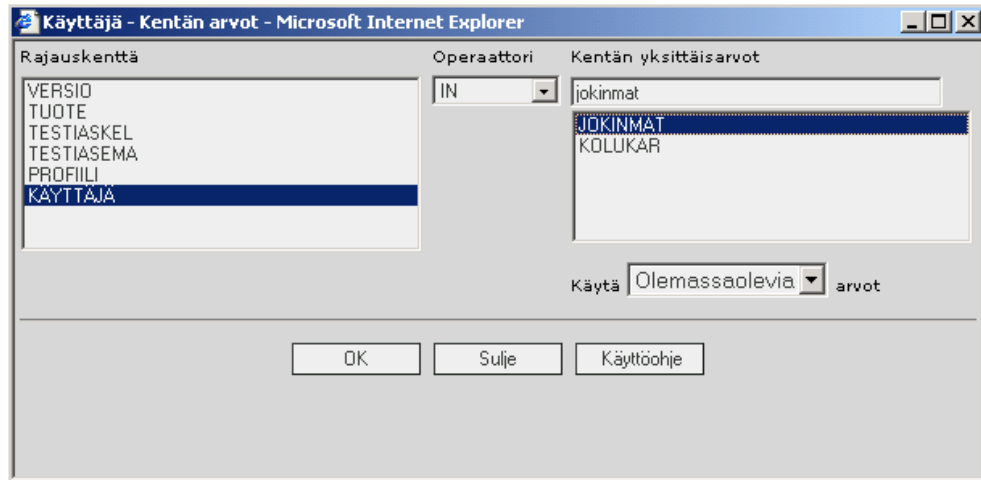
- Virhetietojen aihealue** (1): A dropdown menu with 'TOIMISAANTO' selected.
- Mitattava ominaisuus** (2): A dropdown menu with 'VIRHEET' selected.
- Näytettytyppi** (3): A list of options including 'VUOSINELIÄINNES', 'VIIKKO', 'TUNTI', 'PÄIVÄ', and 'KUUKAUSI'.
- Muistio ryhmät** (4): A list of options including 'Ei muistioita', 'KOULUTUS', 'TESTAUS', and 'TUOTANTO'.
- Käytä haunrajoituksia**: A checkbox.
- Aikajakson raja** (5): Radio buttons for 'Viimeiset' (selected) and 'Aikajakson alku'. The 'Viimeiset' option has a value of '7' and a unit of 'päivää'.
- Valvontatapa** (6): Radio buttons for 'p - kortti', 'U - kortti', and 'C - kortti'.
- Tiedon esitys** (7): A dropdown menu for 'Kuvaajat' with 'Saanto(%)' selected. Below it are dropdowns for 'Desimaalien määrä' (set to 2) and 'Taulukot' (set to 'Lukumäärä').
- Muut asetukset** (8): A section with 'Tavoitesaanto' (97), 'Hälytysraja' (92), 'Skaalaus' (set to 'Automaattinen'), and a range '80 - 100'.
- Kyselyn rajoitukset** (9): A section with 'Voimassaolevat rajoitukset' and buttons for 'Lisää rajoitus...', 'Muokkaa...', and 'Poista'.
- Virhetietojen ryhmittely** (10): A section with 'Valinnat' (TESTIASEN, TESTI, PROFIILI, KÄYTTÄJÄ, VERSIO) and 'Valitut' (TUOTE) lists, with navigation buttons between them.
- Raportointiasetukset** (11): A section with 'Otsikko:' (Toiminnallisen testauksen sääntö) and a checkbox 'Päivitä tiedot' (checked) with a value of '5' and a unit of 'minuutin jaksoissa' (12).
- Buttons** (13): 'OK', 'Peruuta', and 'Käyttöohje' buttons at the bottom.

KUVIO 17. Ominaisuusvalvonnan hakuikkuna

1. virhetietojen aihealue
2. mitattava ominaisuus
3. näytetyyppi
4. muistio ryhmä(t), jos haluat että laatutaulussa näytetään muistioita halutuista tuotantoryhmistä
5. aikajakso (päivä, viikko, kuukausi ja neljännes)
6. korttityyppi
7. tiedon esitys (saanto%, virhe%, virhettä/yksikkö, PPM, PPT)
8. grafiikan skaalaus ja hälytysrajat skaalaus:
 - automaattinen
 - manuaalinen (manuaaliset ylä- ja alarajat grafiikalle)

Laatutaulussa tavoitesaantoraja esitetään vihreällä ja hälytysraja punaisella. Hälytys tapahtuu, kun kyseisellä aikavälillä taulun kokonaissaantoluku on pienempi kuin hälytysraja (virhe-% taulussa päinvastainen).

Ominaisuusvalvonnan hakuun voidaan tehdä myös erilaisia kyselyn rajoituksia (KUVIO 18). Käytössä olevat valinnat ovat versio, tuote, testiaskel, testiasema, profiili ja käyttäjä. Jokaiselle rajauskentän arvolle voidaan tehdä myös tarkentavia rajoituksia, jos esimerkiksi haluttaisiin yksittäisen käyttäjän tai tuotteen tuottamat testitulokset.



KUVIO 18. Rajausehdot

Rajauskenttä

- haluttu parametri

Kentän yksittäisarvot

- arvolla ”vakio” näytetään kaikki esihaetut arvot. Arvolla ”olemassa olevia” haetaan kaikki kannasta löytyvät arvot ko. parametrille

Operaattori

- IN, NOT IN, LIKE ja NOT LIKE

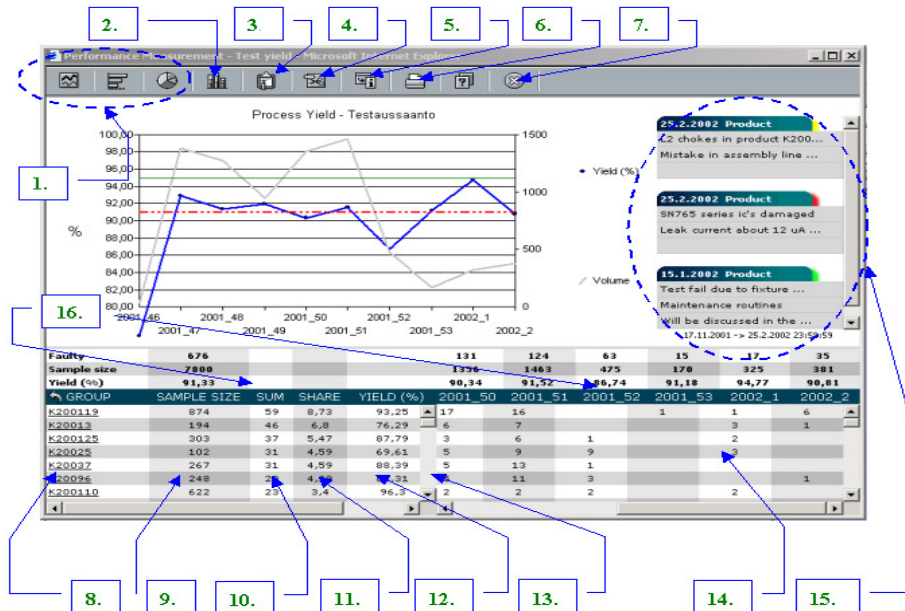
10. Virhetietojen ryhmittely. Haluttu ryhmittely vaihtoehto näkyy laatutaulussa.

11. Kirjoitettu raportin otsikko

12. Päivitysväli raportille

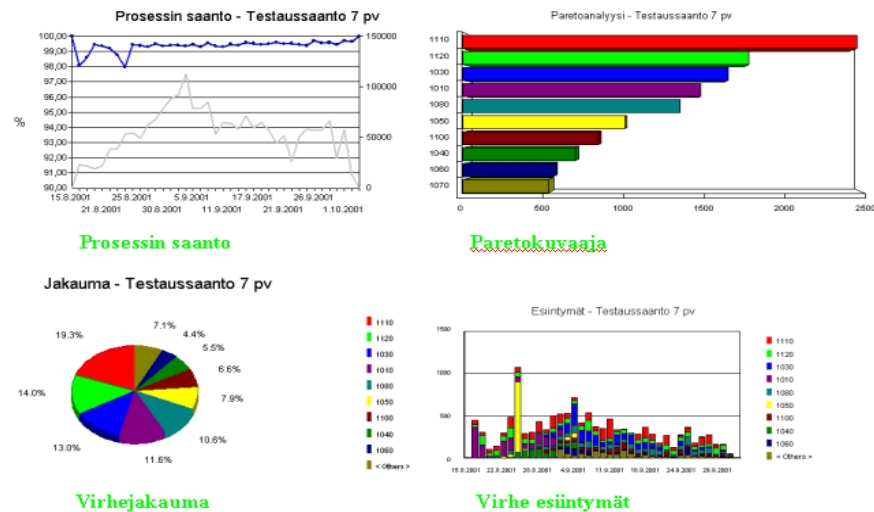
13. Ok.

Ominaisuusvalvonnan laatutaulussa voidaan tuotannon virhetietojen ja testauksen statustietoja tarkastella useista eri näkökulmista. Laatutaulu toimii tuotannossa myös ongelmista hälyttävänä ominaisuusvalvontakorttina ja korjaavien toimenpiteiden lokina. Seuraavassa on kuvattu laatutaulun pääosat (KUVIO 19).



KUVIO 19. Laatutaulun rakenne

1. Grafiikoille voidaan valita eri tyyppisiä kuvaajia (KUVIO 20).



KUVIO 20. Grafiikan eri tyyppi

2. Muistio	muistion luonti, muokkaus ja poisto
3. URL linkki	laatutaulun linkki
4. Rajaukset	laatutaulun rajausehdot
5. OHJE	eCoach ohje
6. Tulosta	raportin tulostus
7. Poistu	
8. Ryhmä	datan ryhmittely. Datan ryhmittelystä pääset porautumaan seurannassa määritellyyn seuraavan tasoon
9. Otoskoko	otoksen näytämäärä aikajaksolla
10. Summa	virheiden/viallisten summa aikajaksolla
11. Osuus	virheiden/viallisten osuus aikajaksolla
12. Saanto%	voi olla myös virhe%, virhettä/yks, PPM tai PPT
13. UCLP	jos Kyllä, niin valvontaraja on laskettu
14. Jaksotus	(virheet, PPM, PPT, näytekoko), taulukossa valvontarajan ylitys ilmaistaan punaisella värillä.
15. Muistiot	valitun aikajakson muistiot halutuille ryhmille
16. Yhteenveto	raportin yhteenveto osa, kokonaissaanto, virhemäärät, PPM, PPT, virhettä/yksikkö, virheprosentti

Kuten edellä jo mainittiin, niin ominaisuusvalvonnasta löytyvät myös ryhmämuistiot. Tarvittaessa osastot voivat luoda erilaisia muistioita tässä näkyvässä. Ryhmät tai osastot voivat käyttää tätä esimerkiksi ongelmatilanteissa, kehitysasioissa ja muutostarpeissa toimenpidelistana (KUVIO 21). Muistion kirjaaja kuvaa mahdollisimman tarkasti toimenpiteen vastuuhenkilöineen ja lähettää työnkieroon. Seuraavaksi on esitelty mitä kaikkea tietoa sinne voidaan syöttää ja esittää.

Ominaisuusvalvonta - Memo - Microsoft Internet Explorer

Aika: 08.10.2001 16:30:24

Kirjaaja: teukka

Tiimi: Testaus

Linkki:

Kuvaus: Kelloissa ongelmia (L1 ja L2 tuotteissa nnn000 ja nnn001)
(Max 250 merkkiä)

Aihe: Mitataan kelojen hajonta (käytä SPC työkalua hyväksi), jos hajonta on liian suuri, niin päätetään jatkotoimenpiteistä
(Max 250 merkkiä)

Toimenpide: Vaihdetaan toimittajaa, mitatuista keloista 60% todettu olevan määritettyjen rajojen ulkopuolella
(Max 250 merkkiä)

Aikataulu: 10.10.2001

Vastuuhenkilö: tt

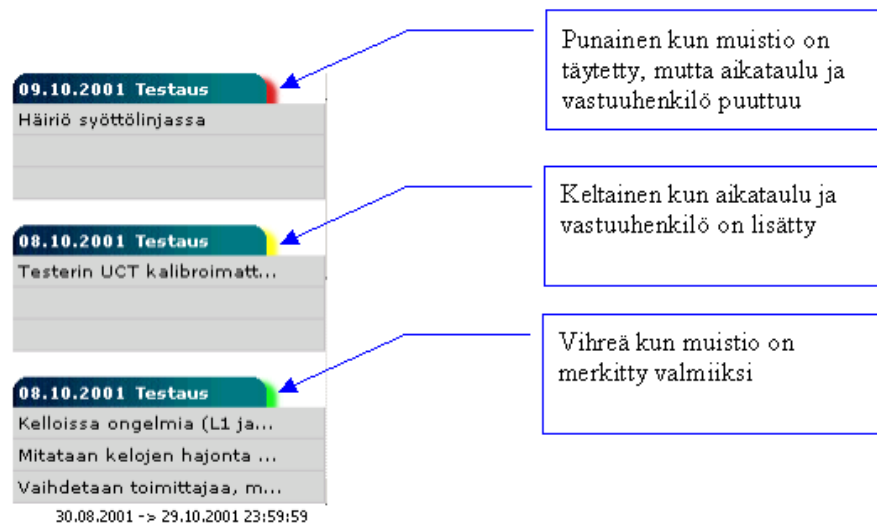
Valmis: ☐

KUVIO 21. Muistio

Aika	→	muistion luontiaika
Kirjaaja	→	henkilö, joka on luonut muistion
Tiimi	→	ryhmä(t), jolle muisti kohdistetaan
Linkki	→	polku laatupöytäkirjaan ko. muistion aiheesta

Kuvaus	→	tarkka kuvaus virheen tyypistä jäljitettävyystietoineen
Aihe/syy	→	virheen aiheuttaja
Toimenpide	→	korjaavat toimenpiteet
Aikataulu	→	aikataulu toimenpiteelle
Vastuuhenkilö	→	toimenpiteestä vastaava henkilö
Valmis	→	ruksataan kun toimenpiteet ovat suoritettu ja asia on loppuun käsitelty

Muistion taustaväri vaihtuu sen mukaisesti, missä vaiheessa sen käsittely on menossa (KUVIO 22). Värien käyttö on hyvä visuaalinen tapa näyttää työnkierrossa oleva muistion eteneminen.



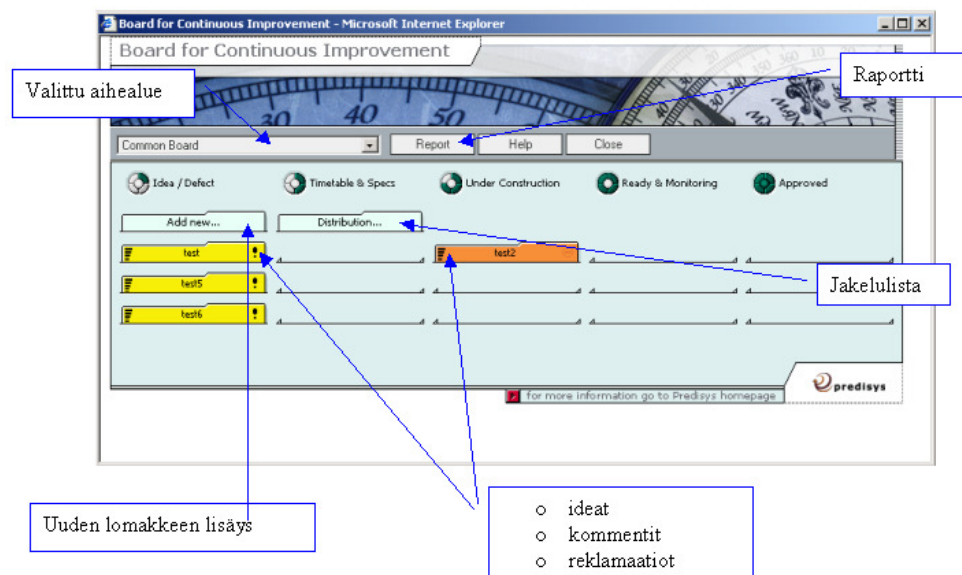
KUVIO 22. Muistion värit

4.2.3 Jatkuva parantaminen

Jatkuvan parantamisen työkalu eli JP-taulu on kaikkien käyttöön tarkoitettu työkalu. Sillä voidaan ilmoittaa virheistä, uusista oivalluksista ja seurata toiminnan kehitystä niin tehdas- kuin tiimitasolla. Myös yksittäisen henkilön seuranta on mahdollinen.

Yksittäinen taulu voidaan perustaa vaikkapa toimittajan ja asiakkaan välille, jolloin kehitysideoiden, huomautuksien ja reklamaatioiden käsittelystä tulee yhdenmukaisia. JP-taulun viestejä lähettämällä voidaan käsittelyn etenemisestä ilmoittaa toiselle osapuolelle nopeasti ja vaivatta (KUVIO 23).

JP-taulun luonnista, tietojen syötöstä ja luettavuudesta on tehty mahdollisimman helppoa, jotta näistä asioista ei tulisi haasteita työkalun käytölle.



KUVIO 23. Jatkuvan parantamisen työkalu

4.2.4 Osastojen omat laatusivut

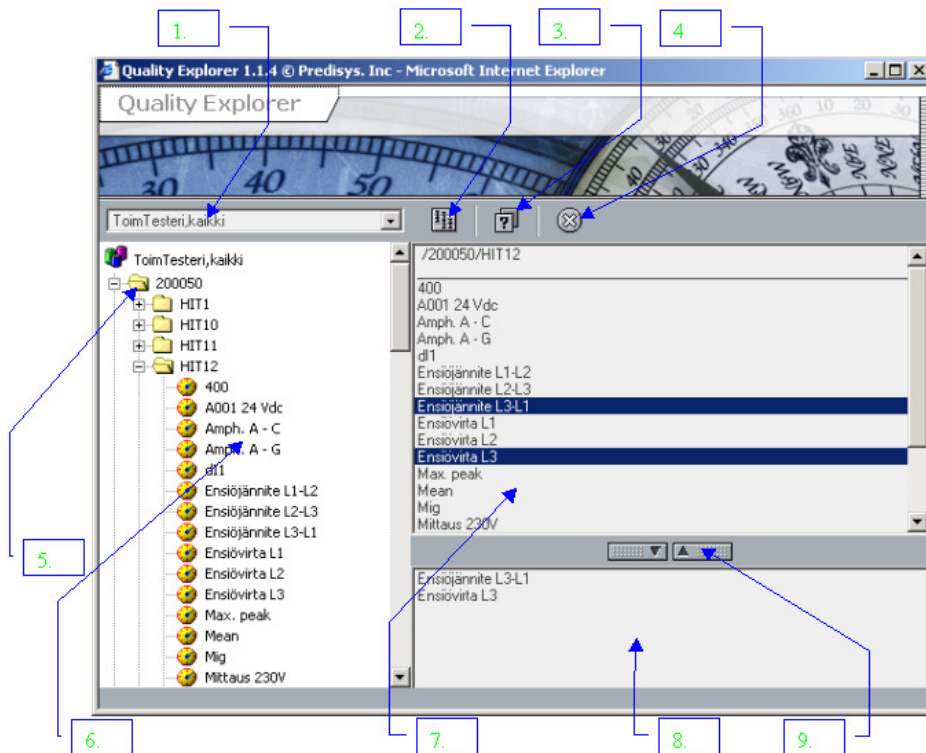
Osastojen omat laatusivut kansion alle voidaan luoda kaikille tehtaan osastoille, ryhmille ja tiimeille omat laatusivut (KUVIO 24). Sivut sisältävät linkkejä, joista päästään helposti ja nopeasti seuraamaan osastoa kiinnostavia laatutauluja ja/tai valvontakortteja. Näiden linkkien sisällön luovat osastot itse eli niissä ei ole mitään valmiita vakionäkymiä. Kempille laadittu ryhmittely on testaus, johtoryhmä, tuotekehitys ja osto.



KUVIO 24. Osastojen omat laatusivut

4.3 Quality explorer

Quality explorer-työkalulla on helppo tutkia yksittäisiä valvontakortteja tai kyvykkyysanalyysseja valituissa tuotteissa tai tuoteryhmissä (KUVIO 25). Tuotekohtaisesti voidaan analysoida yksittäisiä mittausarvoja ja mittasuureita. Hakuja voi suorittaa myös testilinjoiittain ja/tai testereittain. Tällä tavoin voidaan saada esiin mahdolliset testereistä johtuvat mittaheiot. Myös koestajakohtaiset analyysit ovat mahdollisia. Näkymästä on linkki myös kyvykkyysanalyysiin. Työkalu on hyödyllinen koestuslaboranteille, jotka laativat ja ylläpitävät koestusohjelmia ja tuotekehitykseen.



KUVIO 25. Quality explorer

1. haluttu mittasuure ryhmä
2. monimuuttujanäyttö
3. kyvykkyysanalyysi

4. eCoach-ohje
5. halutun mittaryhmän valinta (esim. testilinja)
6. valvontakortin valinta halutulle muuttujalle
7. muuttujien valinta kyvykkyysanalyysiin
8. valitut muuttujat kyvykkyysanalyysiin, tässä voi olla valintoja myös muista kansioista
9. muuttujien poisto/valintakun haluat lisätä muuttujia myös muista hakemistoista

4.4 SQL Server

SQL Serverin ajastettuja tehtäviä (job) käytetään kyselyissä, jotka tehdään kannassa tietyin aikavälein. Osa tehtävistä voi kerätä esim. uusia jäljitettävyystietoja päivittäin, nopeuttaen näin laatutaulun hakujen laadintaa, sekä vähentäen SQL Serverin kuormitusta. Osa tehtävistä taas voi suorittaa kerran viikossa kannan ”siivous työtä”, poistamalla esim. vanhoja mittauksia tauluista. Ajastetut tehtävät voivat myös käynnistää kannan huoltotoimenpiteitä (tiivistys ja optimointi). Tehtäviin voidaan kytkeä myös hälytyksiä. Hälytyksien kautta on mahdollista välittää esim. sähköpostin kautta ylläpidosta vastaaville henkilöille tieto poikkeavista tapahtumista palvelimella. Tehtävien kautta voidaan ajastaa myös Windows ohjelmia, kuin myös scriptejä (Jscript, Vbscript). Tehtävät tallentuvat SQL Serverin systeemi tauluihin, siksi on tärkeää, että myös nämä taulut kuuluvat varmuuskopioinnin piiriin. Tehtävistä on myös mahdollista generoida scriptit talteen, jolloin palautus onnistuu tarvittaessa, vaikka systeemi taulut olisivat tuhoutuneet. (Hakkarainen 2002.)

Proseduurit ovat SQL lauseita, joilla voidaan luoda, poistaa tai muokata tauluja. Proseduureja voidaan kutsua Vb scripteistä, dll kirjastoista tai niitä voidaan suorittaa ajastetusti tehtävien (job) kautta. Proseduurien sisältä voidaan kutsua myös toisia proseduureja. (Hakkarainen, 2002.)

5 KOULUTUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

ECoach järjestelmässä ei ole yhtään vakionäkymää. Kaikki näkymät räätälöidään asiakaskohtaisesti, joilla voidaan hoitaa esim. kieliversioita.

Ohjelmiston toimittaja Predisys Oy järjesti käyttökoulutuksia projektiryhmän jäsenille (LIITE 2). Näissä koulutuksissa saatiin hyvät perustiedot ja taidot kouluttaa Kempin oma henkilöstö käyttämään järjestelmää.

Käyttöönottokoulutukset järjestettiin kaikille käyttäjille, jotka koostuivat pääosin loppukoestajista ja tuotekehityksen henkilöistä. Tuotannossa työskentelevät loppukoestajat jaettiin vielä neljää eri ryhmään (LIITE 3), jotta saataisiin pienemmät ryhmäkoot. Tuotekehityksen henkilöistä muodostui vain yksi ryhmä.

Kouluttautuminen jakaantui kahteen eri osioon (LIITE 4). Ensimmäinen osio painottui SPC-menetelmien läpikäyntiin, tavoitteisiin sekä eCoach-ohjelmiston esittelyyn. Koulutuksen apuna käytettiin myös SPC-opetusvideota (LIITE 5). Käytännönläheisyyttä havainnollistettiin erilaisien harjoitusten avulla mm. valvontakorttien tulkitsemisharjoituksilla (LIITE 6, LIITE 7 ja LIITE 8).

Toisen osion aluksi palauteltiin mieliin ensimmäisessä osiossa käytyjä asioita ja oppeja. Pääpaino kuitenkin oli eCoach-ohjelmiston käytön opettelussa ja tietojen syötössä. Tallennetun datan hakemiseen ja analysointiin käytettiin reilusti aikaa. Jokainen osallistuja pääsi ohjatusti kokeilemaan ja harjoittelemaan ohjelmiston käyttöä. Harjoitusten kautta haettiin konkretiaa asioiden sisäistämiseksi.

Koulutuksen päätteeksi toteutettiin lopputentti (LIITE 9) ja kurssin käymisestä jaettiin kaikille läsnäolijoille kunniakirja (LIITE 10). Mukaan sai myös MET:n Muistin Virkistäjän sekä Kempin oman ”Nyrkkisääntö-opuksen”. Koulutuksen jälkeen osallistujat saivat antaa palautetta koulutuksesta palautelomakkeen muodossa (LIITE 11).

Kouluttaminen ei toki loppunut kahteen edellä mainittuun osioon vaan käyttöönotto-opastusta jatkettiin vielä pitkään käyttäjien työasemilla päivittäisen toimien lomassa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että uuden oppiminen ja vanhoista tavoista poisoppinen olivat paikoin haastavia ja ottavat oman aikansa. Tukeutuminen vanhoihin tapoihin toimia ja tehdä asioita, olivat vahvasti mukana projektin eri vaiheissa. Ohjelmiston käyttäminen koettiin omaa työtä lisäävänä sekä hidastavan tekemistä. Sen tuomia mahdollisuuksia ja hyötyjä ei ehkä haluttu nähdä niin avoimesti kuin olisi ollut tarpeen.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli hyödyntää tunnettuja tilastollisia menetelmiä Kemppi Oy:n tuotannossa. Tavoitteena oli käyttöönotto ja käyttöönottokoulutus loppukoestuksen tiedonkeruujärjestelmälle nimeltä eCoach. Työn tarkoitus ja tavoite näiltä osin toteutuivat ja omalta osaltani odotukset jopa ylittyivät. Kempillä oltiin tyytyväisiä projektiin kokonaisuutena. Yrityksen investointi nykytekniikkaan oli toiminnan kannalta kannattavaa ja järkevää.

Työ oli erittäin laaja ja uuden järjestelmän käyttöönotto oli haastavaa ja opettavaista. Muutokset totuttuihin tapoihin toimia olivat monilta osin merkittäviä. Projektin yhteydessä loppukoestuslaitteistot uusittiin, mikä oli uuden järjestelmän toimivuuden kannalta välttämättömyys. Edelliset koestuslaitteet olivat vanhoja eivätkä palvelleet enää tämän päivän tarpeita. Tallennetun tiedon keruu ei ollut helposti analysoitavissa, ja vikatilastot syykoodeineen kirjattiin ensin paperilomakkeelle, josta ne siirrettiin tietokantaohjelmistoon. Tämä aiheutti reilun viikon viiveen tietojen käyttöön saamiseen, jolloin korjaavien toimenpiteiden kohdistaminen oli auttamattomasti myöhässä.

Ecoach-ohjelmiston myötä tiedonkeruu ja analysointi siirtyivät uudelle nykyaikaiselle tasolle. Vikaraportointi automatisoitui, ja luvut saatiin reaaliajassa kaikkien niitä tarvitsevien nähtäviksi. Järjestelmä on käytössä, ja sitä on edelleen kehitetty vastaamaan vieläkin paremmin Kempin tarpeita kiristyvässä markkinatilanteessa.

Koko projekti suunniteltiin, toteutettiin ja aikataulutettiin huolellisesti. Koulutuksesta pyrittiin saamaan käytännönläheinen varsinkin tuotannon työntekijöille eli loppukoestajille. Tuotekehityksen henkilöille oli painotus enemmän teoriapuolessa. Koulutuksen laajuus ja sisältö olivat mielestäni riittävällä tasolla.

LÄHTEET

Hakkarainen, T. 2002. Ecoach järjestelmä ohje. Predisys Oy.

Järnefelt, G. 1990. Tuoteprosessien tilastollinen valvonta – SPC. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Kemppi Oy 2017. Lehdistötiedotteet [viitattu 21.12.2017]. Saatavissa: Kemppi Oy:n intranetissä.

Kume, H. 1998. Laadun parantamisen tilastolliset menetelmät. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy.

Owen, M. 1989. SPC and continuous improvement. Exeter: Short Run Press LTD.

Tarvainen, T. 2003. eCoach järjestelmän toiminnallinen määrittely. Predisys Oy.

LIITTEET

LIITE 1. Kemppi Oy:n järjestelmä kuvaus

LIITE 2. Predisys Oy / Koulutus

LIITE 3. SPC / eCoach-koulutus / Ryhmäjaot

LIITE 4. SPC-koulutusohjelma

LIITE 5. SPC-koulutusvideot

LIITE 6. Ohjauskortit 1

LIITE 7. Ohjauskortit 2

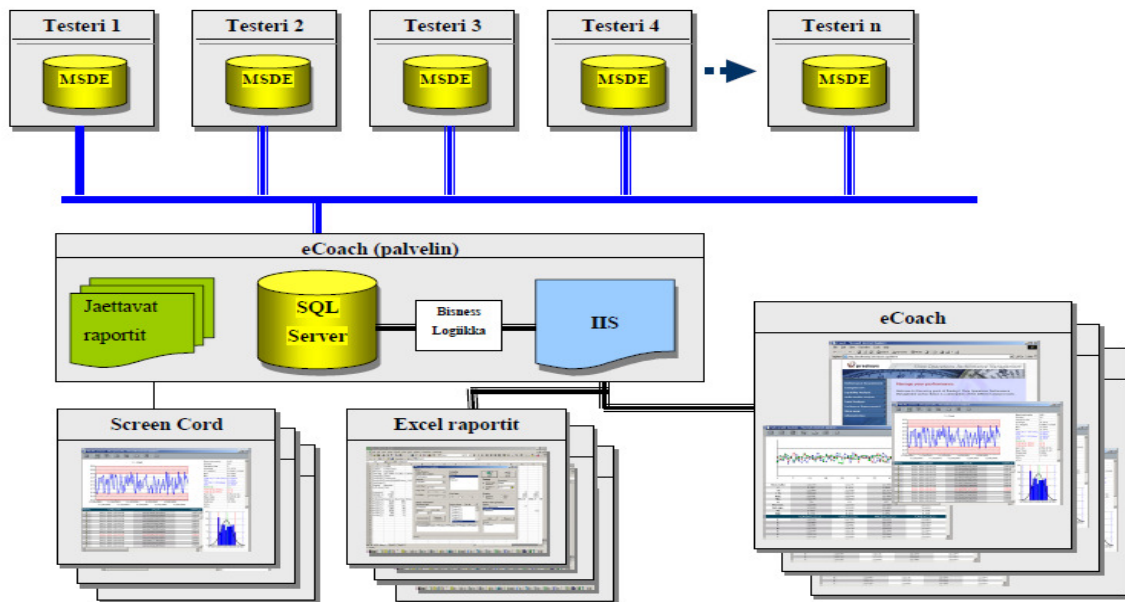
LIITE 8. Ohjauskortit 3

LIITE 9. SPC-tentti

LIITE 10. Kunniakirja

LIITE 11. Palautelomake

KEMPPI OY:n JÄRJESTELMÄN YLEISKUVAUS



Torstai 06.06.2002 (koulutus)

- 09:00** Aloitus
- 09:10** eCoach kannan läpikäynti
- Vakiotaulut
 - Asiakaskohtaiset taulut
 - Proseduurit
 - DTS komponentit (siirrot testereiltä, palvelimen sisäiset siirrot)
 - Palvelut
- 11:00** Ruokailu
- 11:45** Jp-taulu
- Taulut kannassa
 - IIS asetukset
 - Mailin lähetys
- 12:15** Ylläpito
- Ylläpitoliittymä käyttö ja konfigurointi
 - Varmuuskopioinnit
 - Kannan palveluiden hyödyntäminen ylläpidossa
 - SQL Server asetukset
 - IIS varmuuskopio
- 15:00** Muuta
- Jäljitettävyystiedot
 - SPC puurakenne
 - Laatutaulu memot
 - Excel raportointi
 - Raporttien ajastus palvelimella
- 18:00** Yhteenvedo ja lopetus

Koulutuksen suunnittelusta vastaavat: Mika Kuusela ja Jarkko Tuhkanen

SPC / eCOACH - KOULUTUS

Paikka: Maksi

Kouluttajat: Mika Kuusela ja Jarkko Tuhkanen

Ryhmä I
tiistai 24.9. Klo 12-14.30
ja tiistai 1.10. Klo 12-14.30

Osallistujat:

Pasuri Ari
Nykänen Jarkko
Määttänen Pauli
Kiiski Kari
Martynov Vladimir
Lavi Harry
Mutanen Juha
Rautio Janne
Kolu Kari
Mandelin Jukka

I	II
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	
x	x
x	x
x	x

Ryhmä II
torstai 26.9. Klo 12-14.30
ja torstai 3.10. Klo 12-14.30

Osallistujat:

Päivärinta Eero
Hiltunen Juha
Pakola Jukka
Partanen Jaakko
Vaaherma Juha
Suokas Jouni
Tirkkonen Jari
Nieminen Ville
Ajakainen Markku
Mäkitalo Tauno
Lindfors Kirsi
Kunnas Margit

I	II
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	
x	x

Ryhmä III
tiistai 8.10. Klo 12-14.30
ja tiistai 15.10. Klo 12-14.30

Osallistujat:

Koukkari Petri
Rossi Anssi
Nevalainen Kari
Savolainen Reijo
Laakso Kari
Koskelainen Tauno
Sintonen Rauno
Tuomi Harri
Myllyniemi Pekka
Virtanen Aimo
Nousiainen Pekka

I	II
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x

Ryhmä IV
torstai 10.10. Klo 12-14.30
ja torstai 17.10. Klo 12-14.30

Osallistujat:

Hammela Hannu
Nevalainen Mauri
Jokinen Jarkko
Koskelainen Heikki
Borgman Jari
Järvinen Markku
Hannula Jarmo
Tuhkanen Jarmo
Erka Timo
Kauppinen Seppo
Saarela Heikki

I	II
x	x
x	x
x	x
x	x
x	x
	x
x	x
x	x
x	x

SPC – KOULUTUS OHJELMA

1. Päivä (2,5h)

- Miksi SPC Kempillä
 - Tavoitteet => eCoach
 - Koulutus esittely
- SPC – mitä ja miten - video1
- Normaalisuus (keskiarvon ja hajonnan ymmärtäminen)
 - Nopan heitto
 - Esimerkkejä eCoach

Tauko

- eCoach – ohjelmiston esittely (valvontakortit)
- Attribuuttivalvonta - video 3
- Valvontakorttien tulkitseminen
 - Nyrkkisäännöt
 - Harjoituksia

2. Päivä (2,5h)

- Kertausharjoitus
- Suorituskyky Cp
- eCoach käytön opettelua

Tauko

- Jatkuva Parantaminen - video 4
- JP – taulu
 - Esittely
 - Käyttö/ harjoituksia
- eCoachin käyttöön liittyviä harjoituksia
- SPC – tentti – jokainen kokeen läpäissyt saa SPC - kunniakirjan

MATERIAALI

Jokainen osallistuja saa MET:n Muistin Virkistäjän sekä Kempin oman Nyrkkisääntö-opuksen.

TUOTANTOVERSTAAT

- Master/Minarc 13, joista koestajia 4
- Pro/Isot masterit 19, joista koestajia 6
- Kempomat/Kempoweld 17, joista koestajia 5
- Elektroniikka 40, joista koestajia 6
- Käämikomponentti 42, joista koestajia 1 päätoiminen ja 4 ”sijaista”
- Osavalmistus 10
- Oheislaitteet 12, joista koestajia 4
- Silkkipaino 3
- (- Erikoilaittepuoli 2 koestajaa)
- (- Labra ?)

Koestajia yhteensä 28 (32)

RYHMÄ JAKO ESIMERKKI

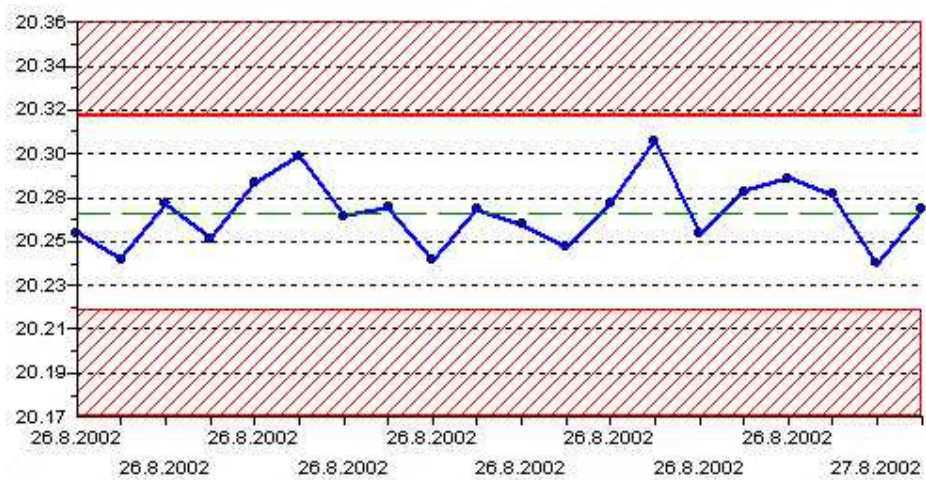
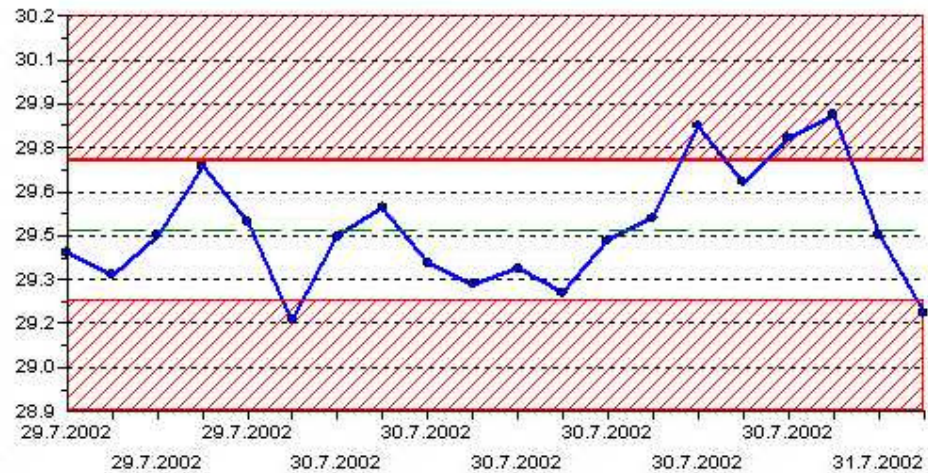
- Koestajat
- Muut ryhmät – valitut henkilöt

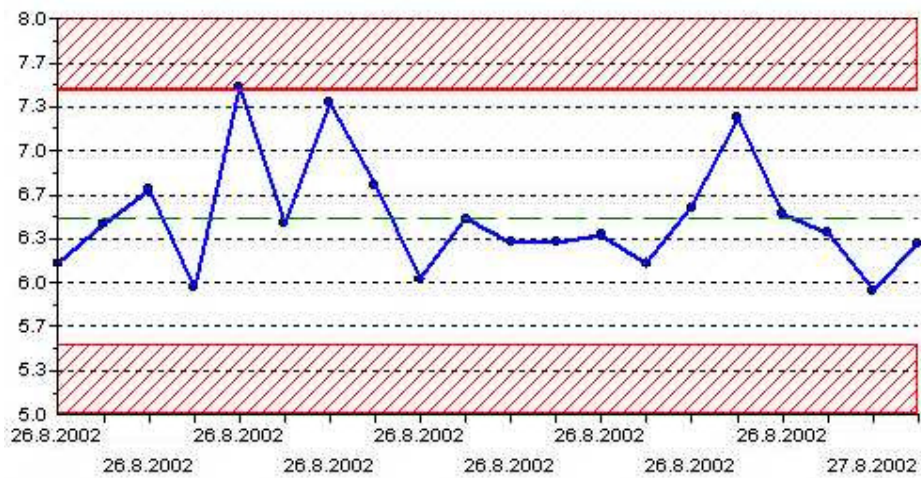
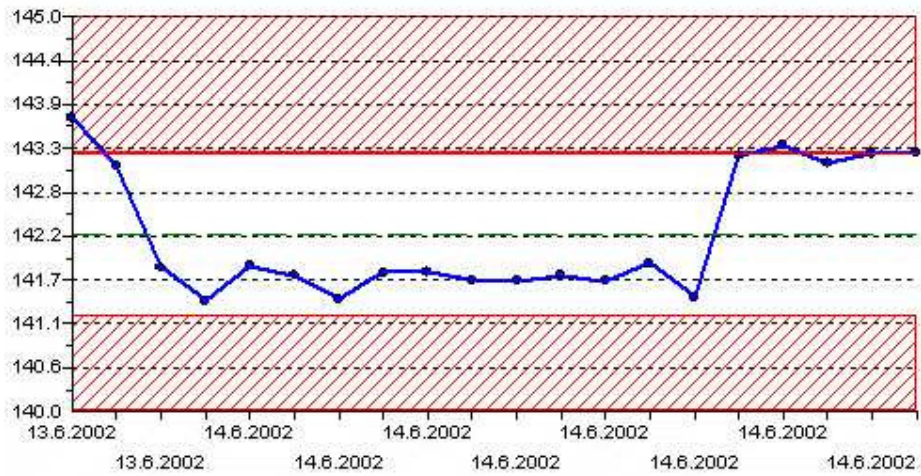
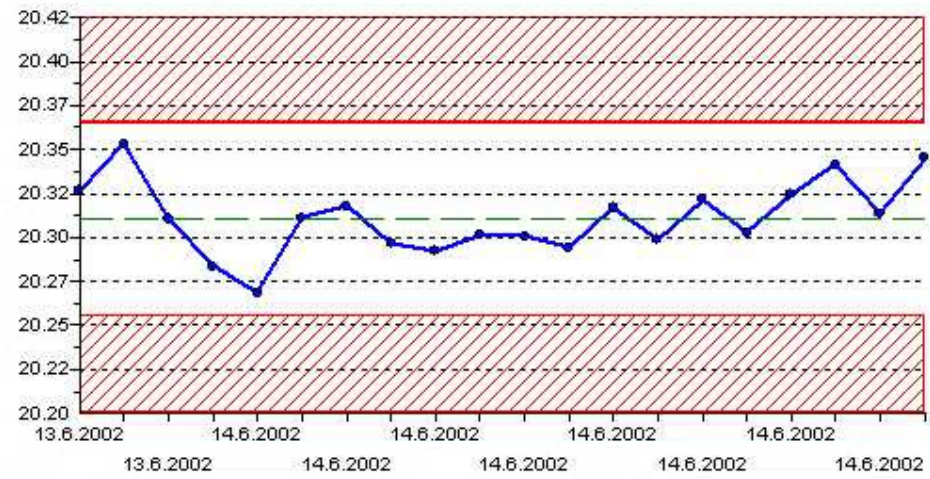
SPC – VIDEOT

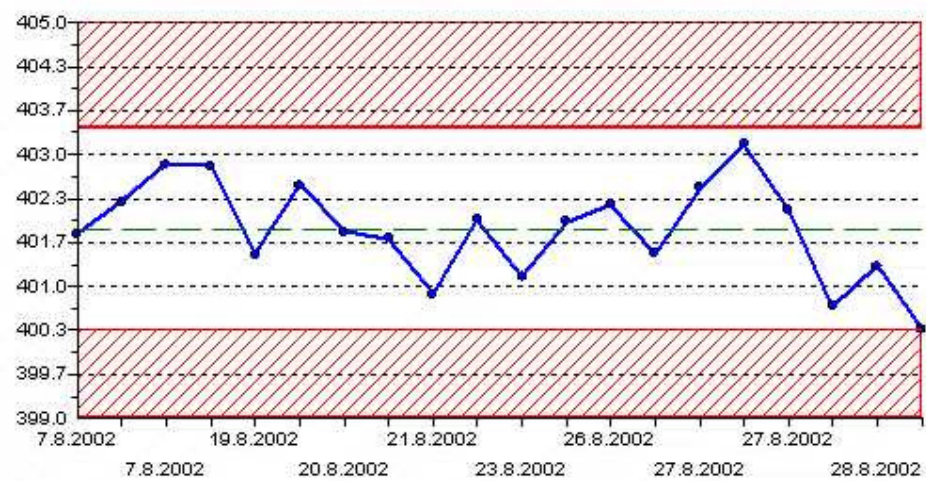
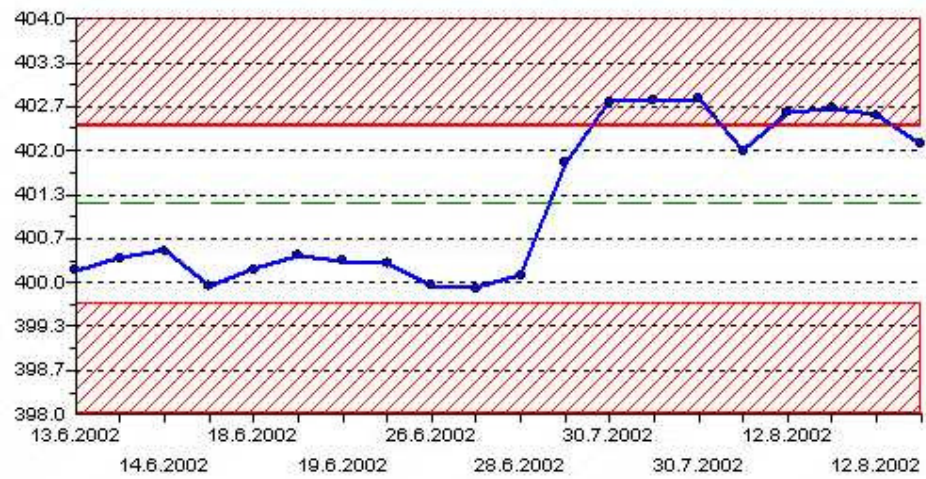
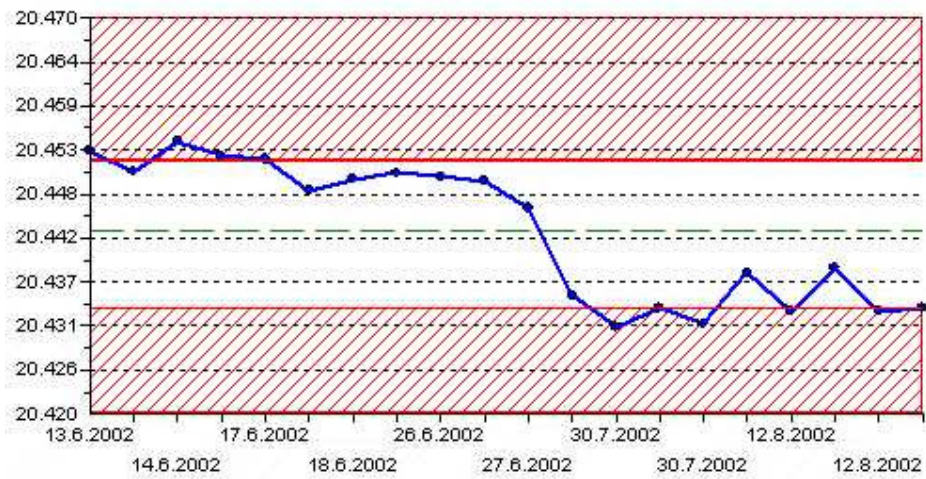
- 1) Basic of SPC (27 min)
 - hajonta, pareto
- 2) Introduction To Variables (23 min)
 - muuttujat, valvontakortit
- 3) Introduction To Attributes (24 min)
 - p-, np-, c- ja u – taulukot
- 4) Problem Analysis (22 min)
 - ongelman tunnistaminen, mahdollisten syiden arviointi ja niiden poistaminen
 - "kalan ruoto"
 - pareto

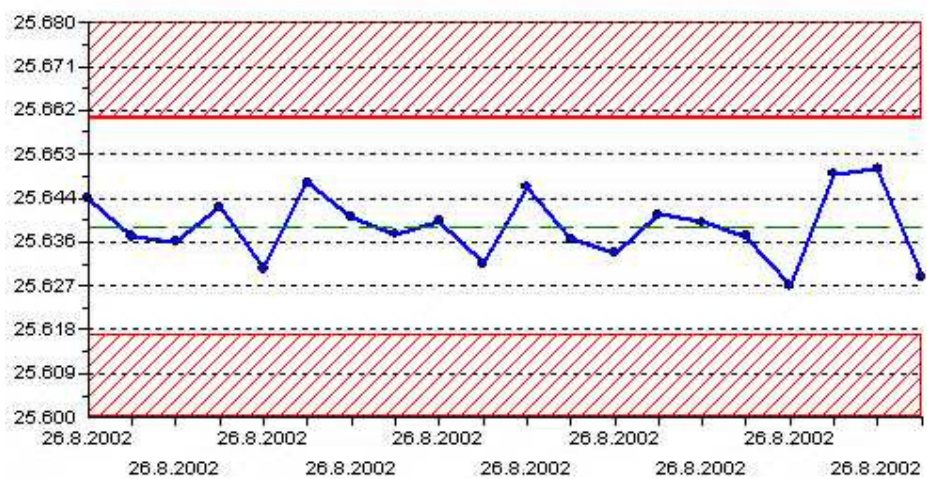
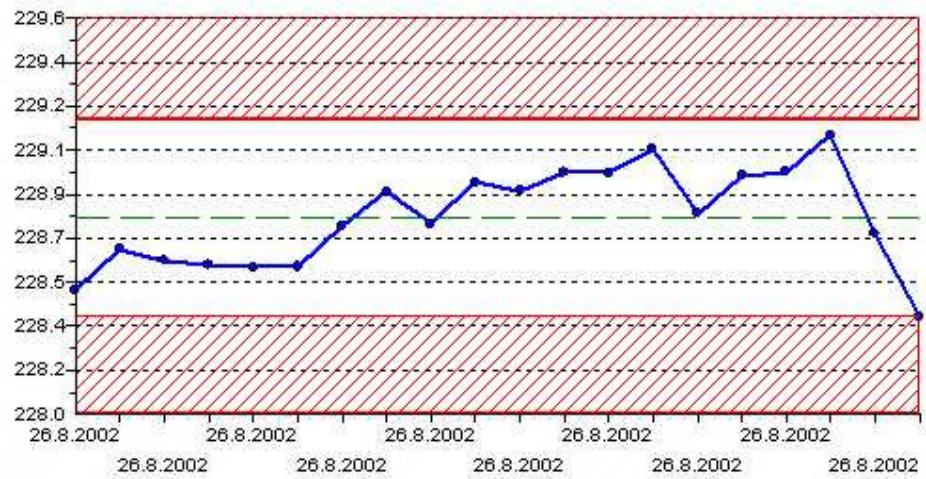
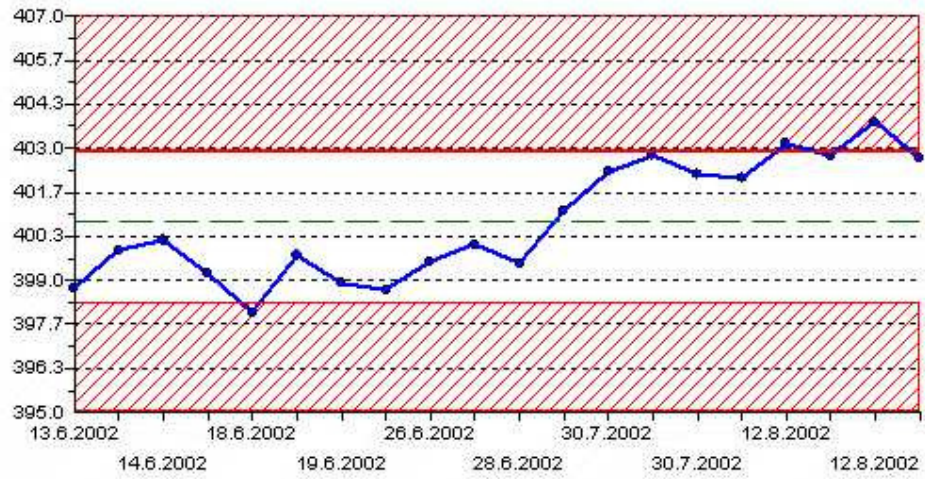
OHJAUSKORTTIEN TULKITSEMINEN

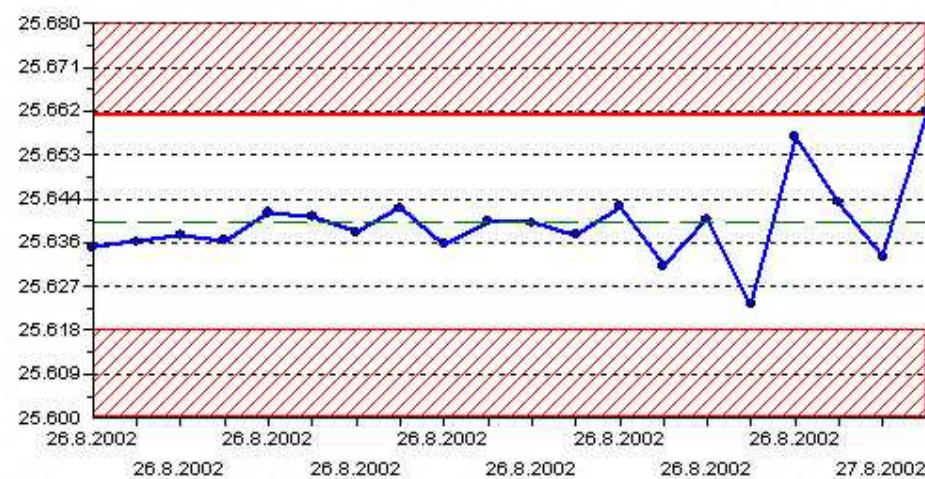
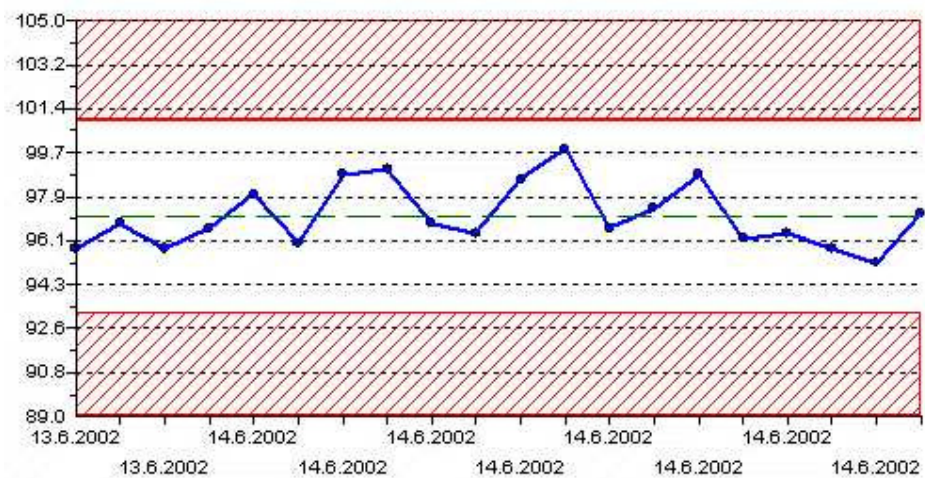
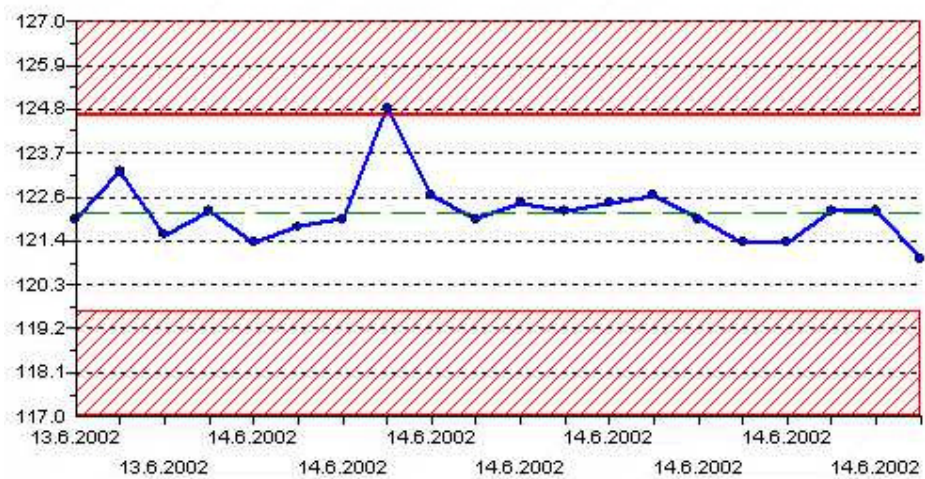
NIMEÄ POIKKEAMAN TYYPPI SEKÄ MAHDOLLINEN SYY

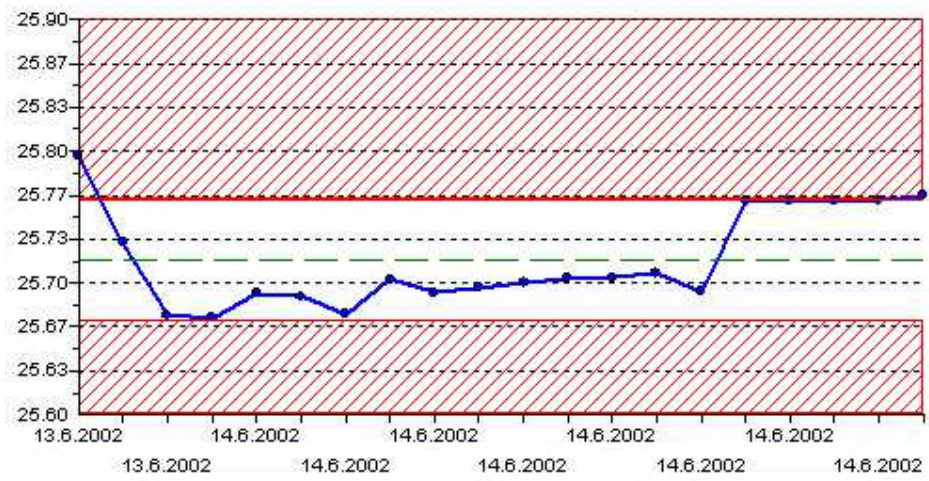
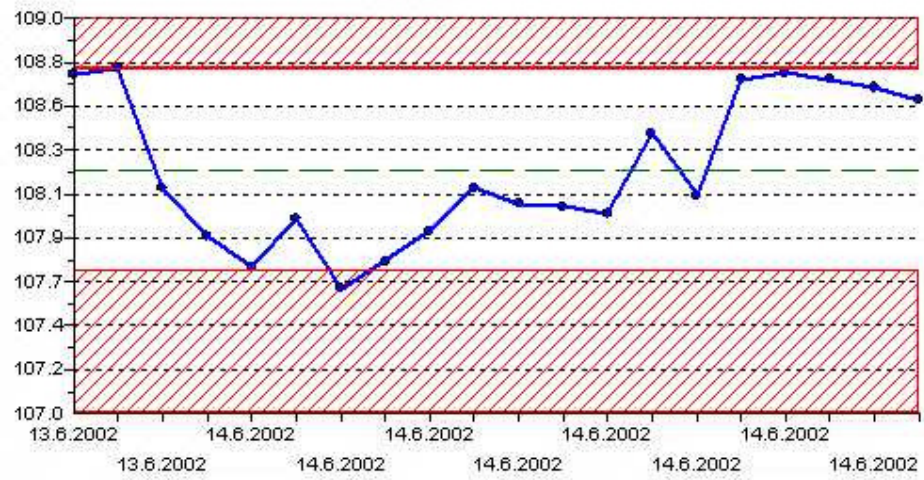






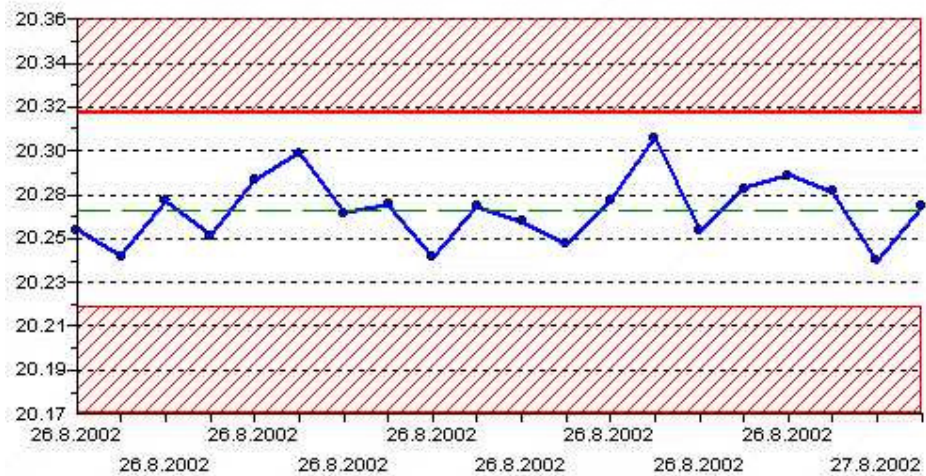
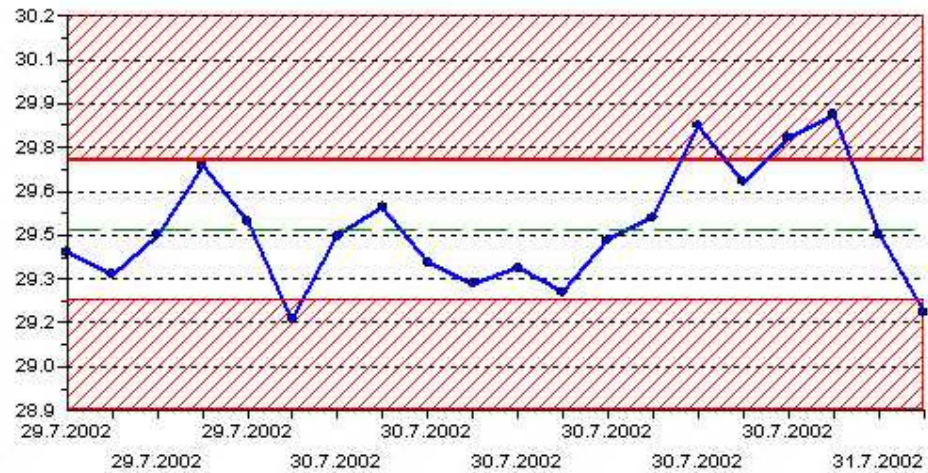


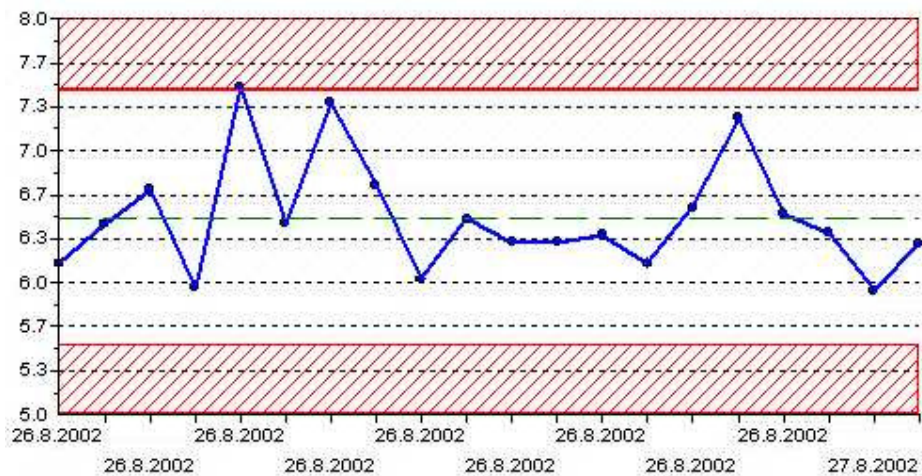
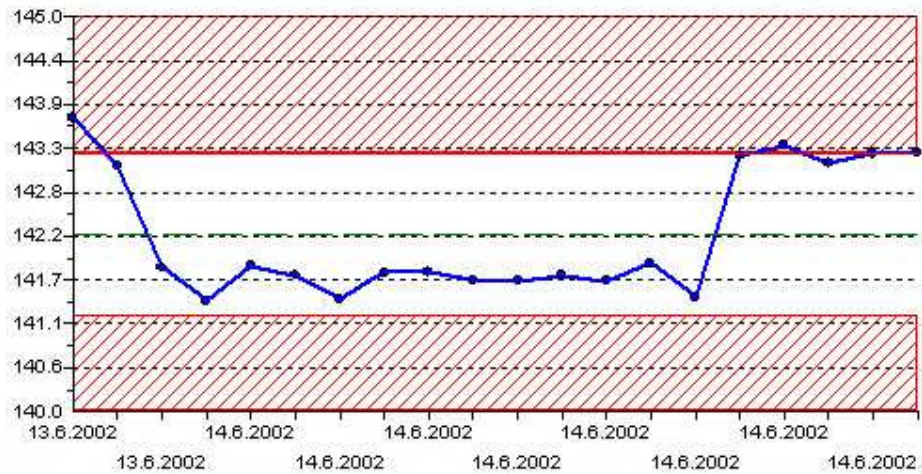
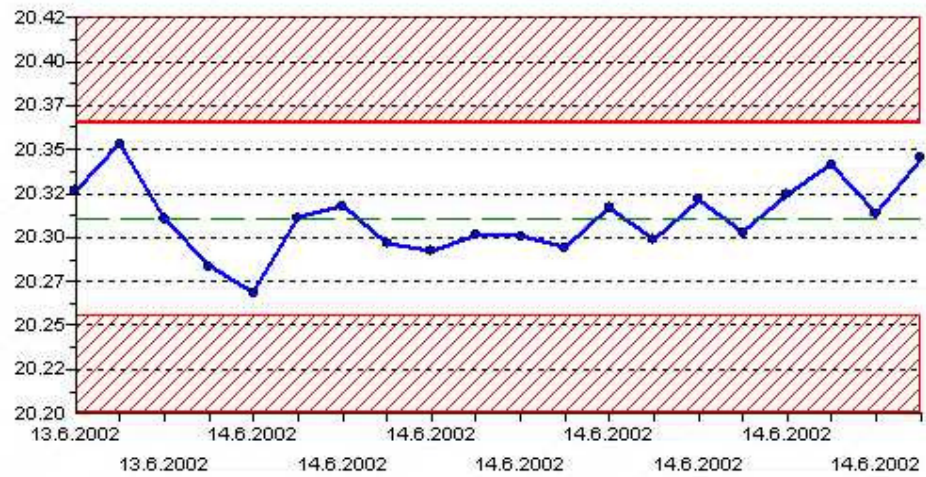


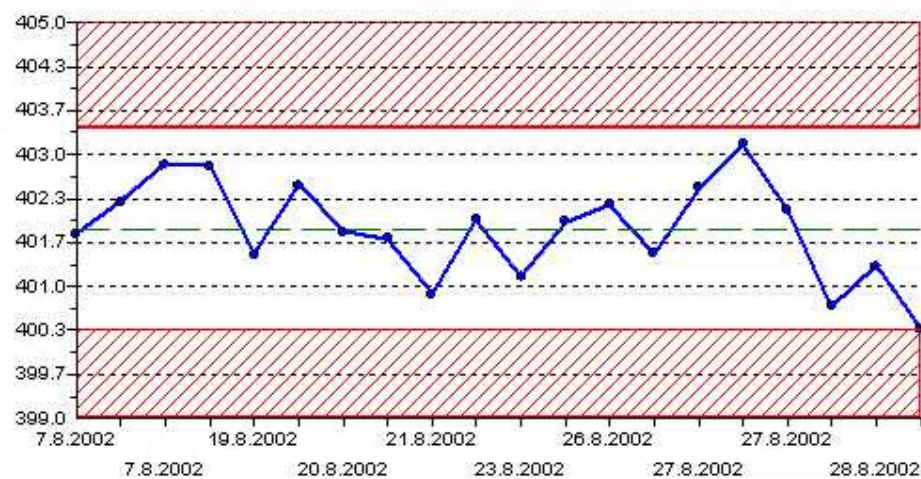
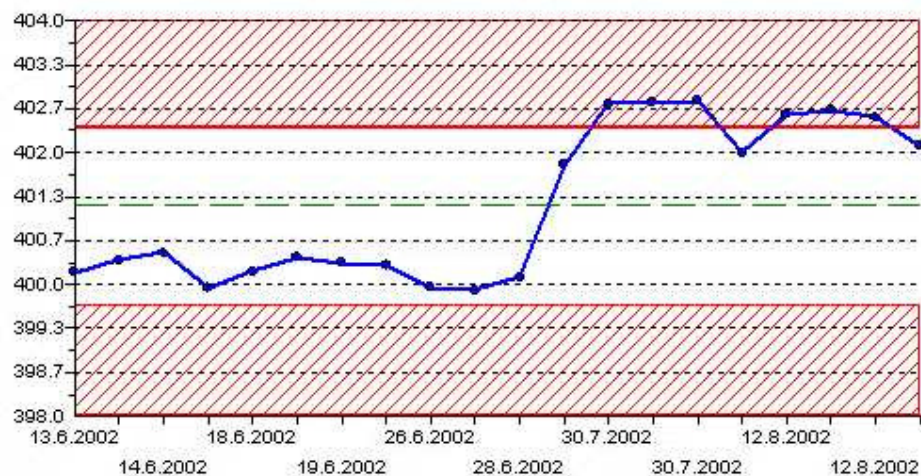
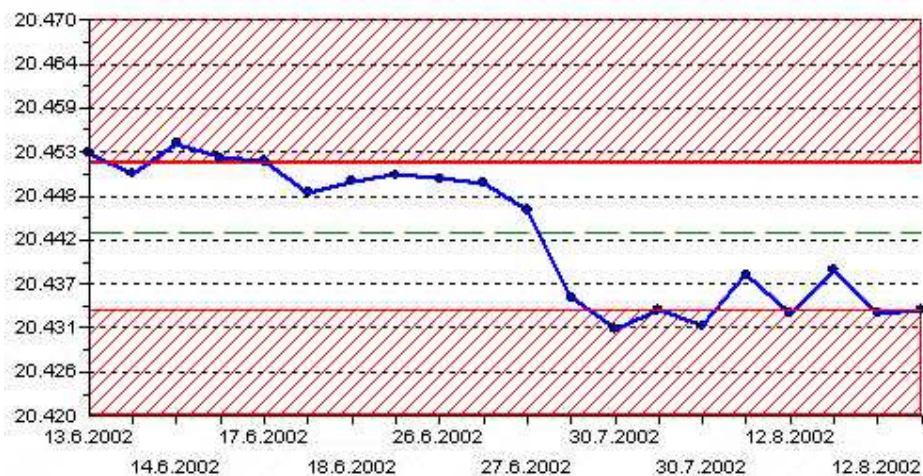


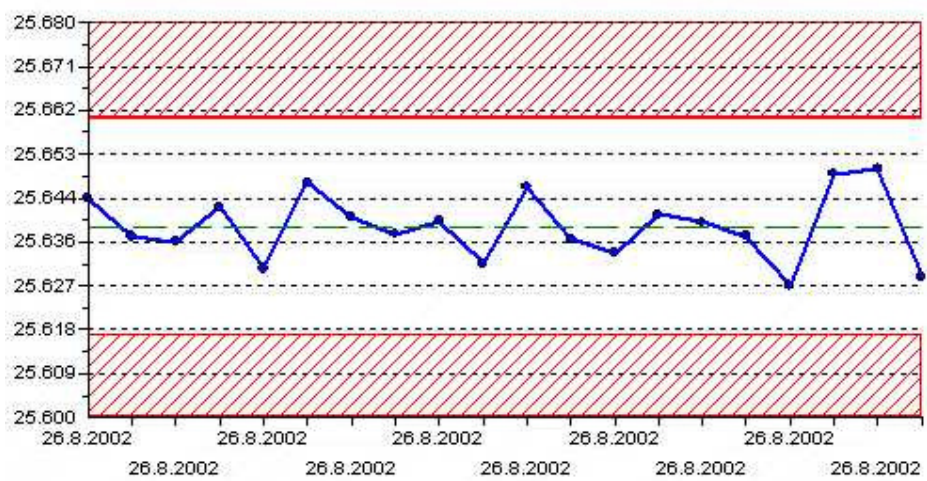
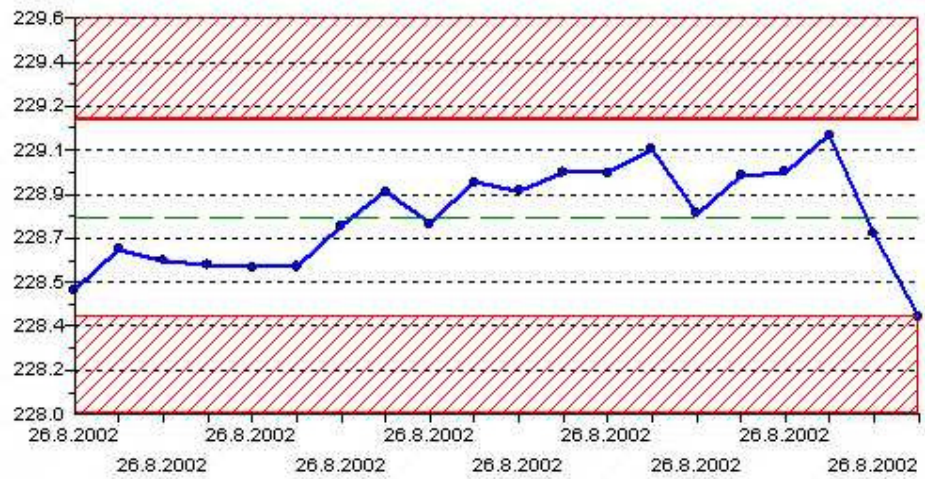
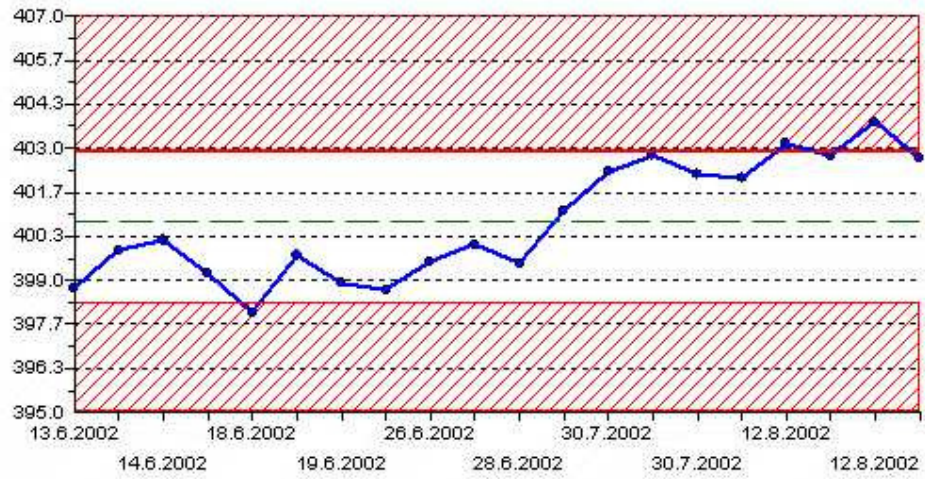
OHJAUSKORTTIEN TULKITSEMINEN

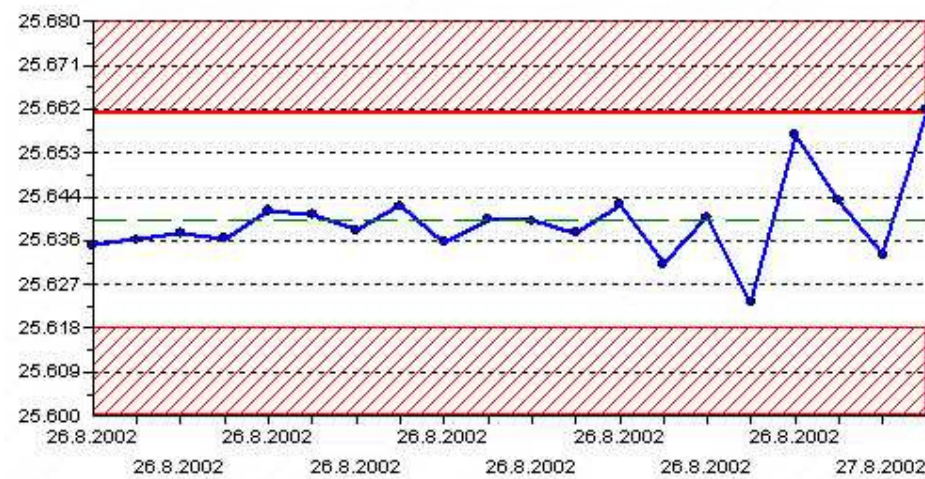
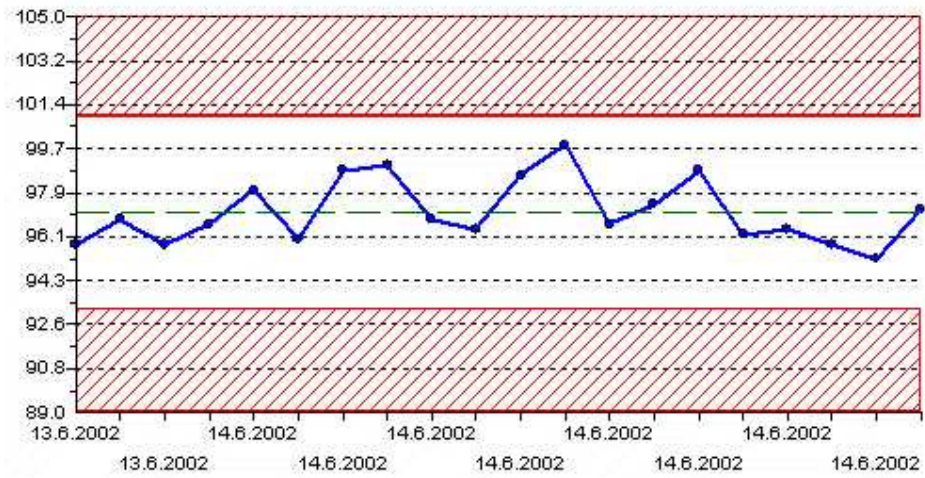
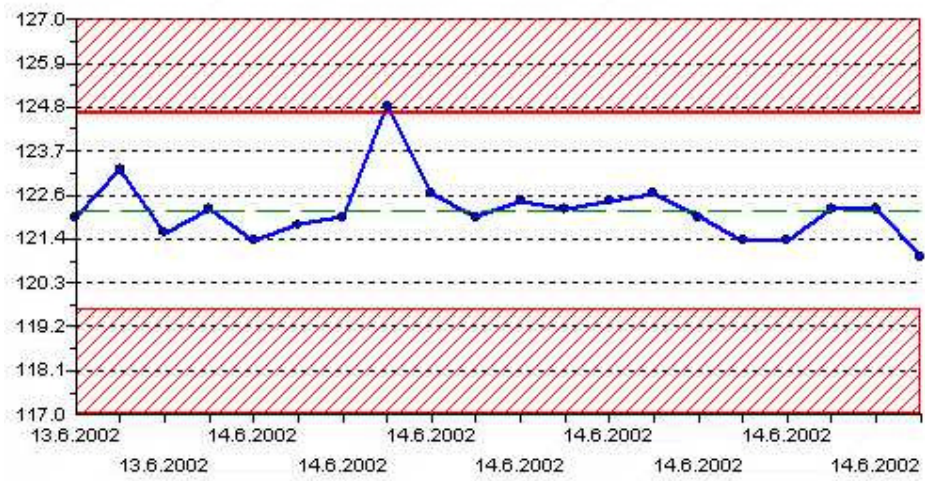
NIMEÄ POIKKEAMAN TYYPPI SEKÄ MAHDOLLINEN SYY

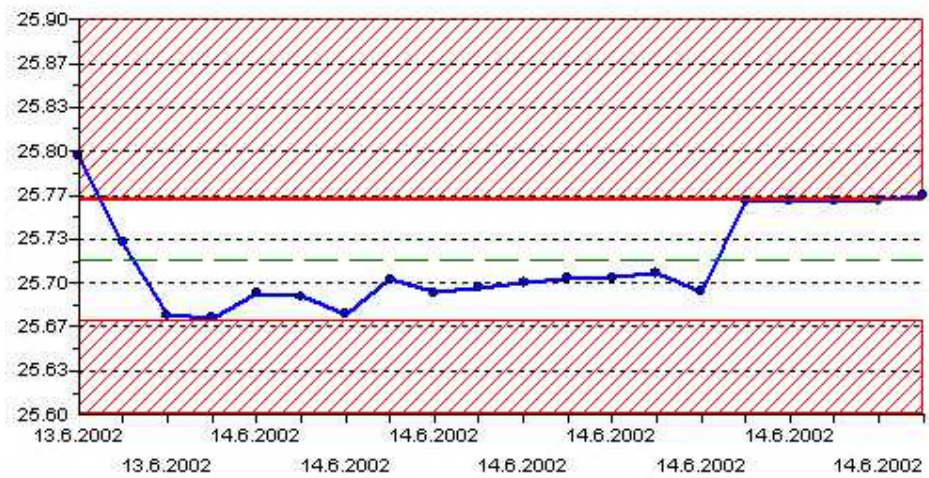
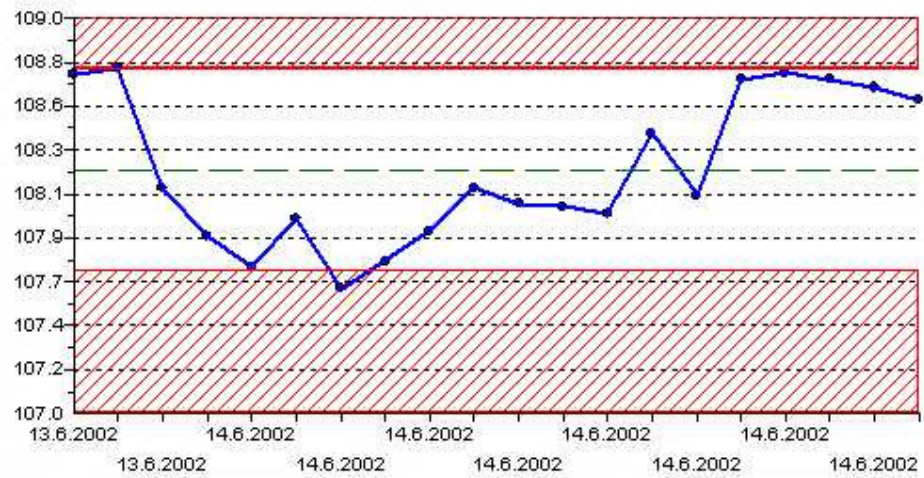




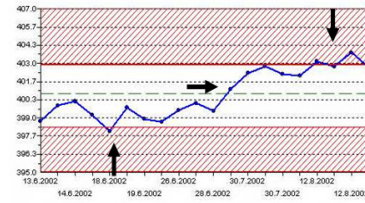
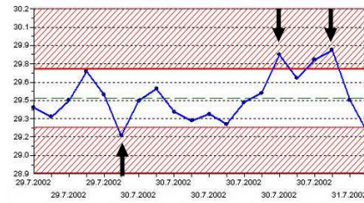




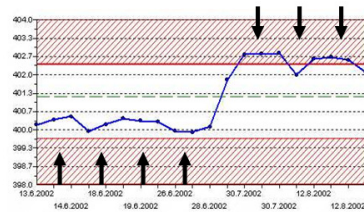




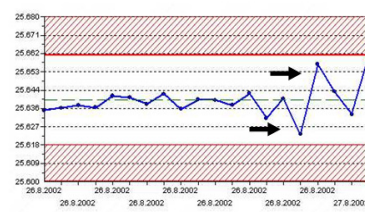
- Ohessa tärkeimmät nyrkkisäännöt valmistusprosessin häiriöiden tunnistamiseksi (hitsauskoneiden ensiö- ja toisiojännite mittauksia)



- Ylä- ja alaojhausrajan ylitykset



- Nouseva trendi ja ohjausrajojen ylitykset



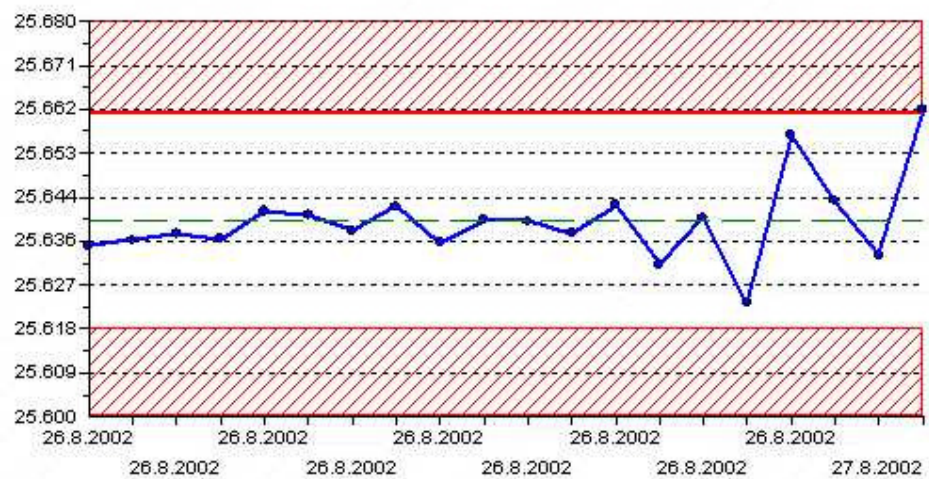
- Otokset ylä- ja alaojhausrajalla sekä yläohjausrajan ylitys

- "Prosessi hajoaa"

SPC TENTTI

VASTAA LYHYESTI JA YTIMEKKÄÄSTI

- 1) Mihin valvontakorttia käytetään?
- 2) Milloin prosessi on hallinnassa?
- 3) Mitä tarkoitetaan, kun puhutaan prosessin suorituskyvystä?
- 4) Mitä pareto-kuvaajalla analysoidaan?
- 5) Nimeä poikkeaman mahdollinen syy (alla oleva kuvaaja).



KUNNIAKIRJA

Tämä kunniakirja on myönnetty

*tunnustuksena SPC - kurssi tentin
menestyksellisestä suorittamisesta.*

Lahdessa xx.xx.20xx

Mika Kuusela

Jarkko Tuhkanen



SPC / ECOACH - KOULUTUS

Täytä oheinen palaute lomake. Vastaa kysymyksiin asteikolla 1 - 6
(1 = erittäin huono, 2 = huono, 3 = keskinkertainen, 4 = melko hyvä,
5 = hyvä, 6 = erittäin hyvä).

Ympäröi oikea vaihtoehto.

Miten arvioit eCoach – koulutuksen kokonaisuutena:

1 2 3 4 5 6

Vastasiko koulutus odotuksiasi / tarpeitasi:

1 2 3 4 5 6

Kouluttajien esiintyminen:

1 2 3 4 5 6

Ilmapiiri koulutuksessa:

1 2 3 4 5 6

Koulutuksen konkreettisuus:

1 2 3 4 5 6

Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

Mitä hyvää koulutuksessa mielestäsi oli?

Mitä parannettavaa tai korjattavaa koulutuksessa oli?
